

**INGENIERÍA CONCEPTUAL PARA LA ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA DE
EQUIPOS DE INSTRUMENTACIÓN PARA OPTIMIZACIÓN DE LOS
PROCESOS EN LA CALDERA DE RECUPERACIÓN
DE LICOR NEGRO DE PROPAL PLANTA 1**

**ANDRÉS FELIPE CARDOZO
JORGE ESTEBAN SATIZABAL**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
SANTIAGO DE CALI
2009**

**INGENIERÍA CONCEPTUAL PARA LA ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA DE
EQUIPOS DE INSTRUMENTACIÓN PARA OPTIMIZACIÓN DE LOS
PROCESOS EN LA CALDERA DE RECUPERACIÓN
DE LICOR NEGRO DE PROPAL PLANTA 1**

**ANDRÉS FELIPE CARDOZO
JORGE ESTEBAN SATIZABAL**

**Pasantía para optar al título de
Ingeniero Mecatrónico
Ingeniero Electrónico**

**Director:
CESAR MARINO ROJAS**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
SANTIAGO DE CALI
2009**

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero Industrial

ADRIANA CADAVID

Jurado

DIEGO ALMARIO

Jurado

Santiago de Cali, Enero 19 de 2009

AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero Luis Hernán Julicué – Especialista de Instrumentación al permitir nuestro ingreso a Propal y apoyo permanente e incondicional;

Al Ingeniero César Marino Rojas, Director de Pasantía, docente de la Universidad Autónoma de Occidente por su valiosa orientación, acompañamiento y guía;

A cada uno de los integrantes del Taller de Instrumentación y Operadores de la Caldera de Recuperación de Propal por su disposición y especial apoyo y orientación;

A nuestras familias por su comprensión, amor y apoyo permanente
A todos y cada uno de ustedes GRACIAS, por siempre...!

CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	17
RESUMEN	19
INTRODUCCIÓN	20
1. OBJETIVOS	21
1.1 OBJETIVO GENERAL	21
1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	21
2. CALDERA DE RECUPERACIÓN DE LICOR NEGRO.	22
2.1. INTRODUCCIÓN	22
2.2 CONCENTRACIÓN DE LICOR NEGRO	22
2.2.1 Evaporador Cascada.	25
2.2.2 Caja flujo.	26
2.2.3 Tanque de mezclas primario.	26
2.3 COMBUSTIÓN DE LA CALDERA DE RECUPERACION	29
2.3.1 Tiro forzado.	30
2.3.2 Crudo.	33
2.3.3 ACPM.	36
2.4 GENERACIÓN DE VAPOR	37

2.4.1 Flujo de agua.	38
2.4.2 Flujo de vapor.	40
2.5 RECOLECCION DE LICOR VERDE	45
2.5.1 Lazos de control del tanque de disolución (Dissolving Tank).	47
2.5.2 Lazos de control del tanque de agua a canaletas.	48
2.6 RECUPERACION DE CARBONATO DE SODIO.	50
3. LAZOS DE CONTROL PRIORITARIOS.	53
3.1 INTRODUCCIÓN.	53
3.1.1 Evaporador cascada.	54
3.2 NIVEL DEL TANQUE DE MEZCLA (MAKE DOWN TANK).	55
3.3 NIVEL DEL TANQUE DE DISOLUCIÓN (DISSOLVING TANK)	56
3.4 NIVEL TANQUE AGUA A CANALETAS.	57
3.5 TEMPERATURA DEL TANQUE DE AGUA A CANALETAS.	58
3.6 PRESIÓN DIFERENCIAL CRUDO – VAPOR.	59
3.7 PRESIÓN CRUDO A QUEMADORES DE ARRANQUE.	60
3.8 FLUJO DE GASES DE SALIDA.	61
3.9 NIVEL DEL TANQUE DE DESECHOS (DUMP TANK).	62
3.10 CONTROL PRESIÓN SUPERHEATER.	64
3.11 TEMPERATURAS DE LA CALDERA.	65
3.12 <i>PRESIÓN DEL TIRO FORZADO.</i>	66

3.13 FLUJO DE AIRE PRIMARIO, SECUNDARIO Y Terciario.	66
3.14 INVENTARIO DEL CABLEADO.	67
3.15 INVENTARIO DE TRANSMISORES.	68
3.16 DIGRAMA DE LA JUNTION BOX (TEMPORAL).	68
4. DIAGRAMAS ELECTRÓNICOS PARA LOS LAZOS DE CONTROL SECUNDARIOS	70
4.1 INTRODUCCIÓN	70
4.2 NIVEL DEL TANQUE DE PURGA CONTINUA	70
4.3 NIVEL DEL TANQUE DE CRUDO	71
4.4 PRESIÓN DEL CRUDO A LA SALIDA DEL TANQUE.	72
4.5 TEMPERATURA DEL CRUDO A LA SALIDA DEL TANQUE.	72
4.6 PRESIÓN ACPM A QUEMADORES DE ARRANQUE.	73
4.6 NIVEL DEL TANQUE DE ACPM.	73
4.8 NIVEL TANQUE DE MEZCLA PRIMARIO.	74
4.9 TEMPERATURA TANQUE DE MEZCLA PRIMARIO.	74
4.10 TEMPERATURA DE LICOR NEGRO A BOQUILLAS	75
4.11 FLUJO DE LICOR NEGRO A BOQUILLAS.	75
4.12 PRESIÓN DE LICOR NEGRO A BOQUILLAS.	76
4.13 FLUJO DE AGUA INDUSTRIAL.	76
4.14 PRESIÓN Y TEMPERATURA DE VAPOR DE 65PSI.	77

4.15 PRESIÓN Y TEMPERATURA DE VAPOR DE 165PSI.	78
5. DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE LOS MODULOS I/O ALLEN-BRADLEY PARA LA RED DE CONTROL DE LA CALDERA	80
5.1 INTRODUCCIÓN.	80
5.2 RED DE CONTROL.	80
6. CONCLUSIONES	92
7. RECOMENDACIONES	93
BIBLIOGRAFÍA	94
ANEXOS	95

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama funcional de la caldera de recuperación de licor negro.	23
Figura 2. Diagrama en bloque del subsistema de concentración de licor negro.	24
Figura 3. Diagrama de flujo en subsistema de concentración de licor negro.	24
Figura 4. Detalle del evaporador cascada	25
Figura 5. Diagrama de indicación del flujo de agua industrial a caldera de recuperación.	26
Figura 6. Diagrama De Control De Nivel Del Evaporador Cascada	26
Figura 7. Diagrama de Control de Temperatura (Tanque de Mezcla primario).	27
Figura 8. Diagrama de indicación de nivel (tanque de mezcla primario).	27
Figura 9. Diagrama de control de temperatura del licor negro a boquillas.	28
Figura 10. Diagrama de indicación de flujo del licor negro a boquillas.	28
Figura 11. Diagrama de control de presión del licor negro a boquillas.	29
Figura 12. Diagrama en bloque del subsistema de combustión de la caldera de recuperación.	30
Figura 13. Diagrama de bloques del sistema de tiro forzado.	31
Figura 14. Diagrama de indicación de presión del tiro forzado.	32
Figura 15. Diagrama de control de aire primario.	32

Figura 16. Diagrama control aire secundario y terciario.	33
Figura 17. Diagrama en bloque del recorrido del crudo.	33
Figura 18. Indicación de nivel del tanque de crudo.	34
Figura 19. Control de temperatura del crudo a la salida del tanque.	34
Figura 20. Control de presión del crudo a la salida del tanque.	35
Figura 21. Control de presión del crudo a quemadores de arranque.	35
Figura 22. Control de presión diferencial crudo-vapor.	36
Figura 23. Diagrama de bloque del recorrido del ACPM.	36
Figura 24. Control de presión del ACPM.	37
Figura 25. Indicación de nivel de ACPM.	37
Figura 26. Diagrama en bloque del subsistema de generación de vapor.	38
Figura 27. Diagrama de bloques del flujo de agua y vapor.	39
Figura 28. Diagrama de bloques del flujo de vapor.	40
Figura 29. Detalle distribución vapor.	41
Figura 30. Control del nivel del domo.	42
Figura 31. Diagrama de conexión de nivel del domo.	42
Figura 32. Diagrama de control de nivel físico del domo.	43
Figura 33. Diagrama de indicación de la presión del domo.	43
Figura 34. Presión del vapor de 65psig.	44
Figura 35. Temperatura del vapor de 65psig.	44

Figura 36. Presión del vapor de 165psig.	44
Figura 37. Temperatura del vapor de 165psig.	45
Figura 38. Diagrama funcional de bloques subfase de recolección de licor verde.	45
Figura 39. Diagrama de proceso de Recolección de Licor verde.	46
Figura 40. Diagrama de flujo de Recolección de Licor verde.	46
Figura 41. Diagrama de flujo de Agua Canaletas.	47
Figura 42. Diagrama de control de nivel del Dissolving Tank.	48
Figura 43. Diagrama de control de temperatura del tanque de agua a canaletas.	48
Figura 44. Diagrama de control de nivel del tanque de agua a canaletas.	49
Figura 46. Diagrama de integración del flujo de licor verde.	50
Figura 48. Diagrama de flujo Recuperación Carbonato.	51
Figura 49. Control de nivel del tanque de mezcla.	51
Figura 50. Diagrama Control del Nivel (Evaporador Cascada).	54
Figura 51. Interconexión de Control del Nivel (Evaporador Cascada).	54
Figura 52. Diagrama Control del Nivel (Tanque de Mezcla).	55
Figura 53. Interconexión de Control del Nivel (Tanque de Mezcla).	55
Figura 54. Diagrama Control del Nivel (Tanque de disolución).	56
Figura 55. Interconexión de Control del Nivel (Tanque de Disolución).	56
Figura 56. Diagrama Nivel del tanque agua a canaletas.	57

Figura 57. Interconexión del Control del Nivel del tanque agua a canaletas.	57
Figura 58. Diagrama Control de temperatura del tanque agua a canaletas.	58
Figura 59. Interconexión del Control de la temperatura del tanque agua a canaletas.	59
Figura 60: Diagrama Control de presión diferencial crudo-vapor.	59
Figura 61. Interconexión del Control presión diferencial crudo-vapor.	60
Figura 62. Diagrama Control de presión crudo a quemadores de arranque.	60
Figura 63. Interconexión del Control presión crudo a quemadores de arranque.	61
Figura 64. Diagrama de cadena. Flujo de gases salida.	61
Figura 65. Diagrama de cadena. Flujo de gases.	62
Figura 66. Interconexión de la indicación de flujo de gases de salida.	62
Figura 67. Diagrama de cadena. Nivel tanque de desechos.	63
Figura 68. Diagrama de cadena nivel del tanque de desechos.	63
Figura 69. Interconexión de la indicación de nivel del tanque de desechos.	64
Figura 70. Control de presión del Superheater.	64
Figura 71. Diagrama de interconexión del lazo de control presión del Superheater.	65
Figura 72. Diagrama de bornera, control presión Superheater.	65
Figura 73. Indicación de presión del tiro forzado.	66
Figura 74. Diagrama de cadena flujo de aire primario.	67

Figura 75. interconexión de los flujos de aire de combustión.	67
Figura 76. Interconexión de los lazos críticos.	69
Figura 77. Diagrama de control del nivel del tanque de purga continúa.	70
Figura 78. Diagrama de control del nivel del tanque de purga continúa.	71
Figura 79. Diagrama de control del nivel del tanque de crudo.	71
Figura 80. Diagrama de control de la presión del crudo a la salida del tanque.	72
Figura 81. Diagrama de control de la temperatura del crudo a la salida del tanque.	72
Figura 82. Diagrama de control de presión de ACPM a quemadores de arranque.	73
Figura 83. Diagrama de indicación del nivel del tanque de ACPM.	73
Figura 84. Diagrama de control del nivel del tanque de mezcla primario.	74
Figura 85. Diagrama de control de la temperatura tanque de mezcla primario.	74
Figura 86. Diagrama de control de temperatura de licor negro a boquillas.	75
Figura 87. Diagrama de indicación del flujo de licor negro a boquillas.	76
Figura 89. Diagrama de control del flujo de agua industrial.	77
Figura 90. Diagrama de presión de vapor de 65psi.	77
Figura 91. Diagrama de Temperatura de vapor de 65psi.	78
Figura 92. Diagrama de presión de vapor de 165psi.	78
Figura 93. Diagrama de Temperatura de vapor de 165psi.	79

Figura 94. Estructura de la plataforma de comunicación de la Caldera de Recuperación.	80
Figura 95. Distribución de la plataforma de comunicación en el campo.	81
Figura 96. Entradas analógicas para la caja de empalmes #1(nodo 1) y modulo (1794-IE8 SLOT 00).	82
Figura 97. Entradas analógicas para la caja de empalmes #1(nodo 1) y modulo (1794-IE8 SLOT 01).	82
Figura 98. Salidas analógicas para la caja de empalmes #1(nodo 1) y modulo (1794-OE12 SLOT 02).	83
Figura 99. Entradas digitales para la caja de empalmes #1(nodo 1) y modulo (1794-IB8 SLOT 03).	84
Figura 100. Entradas analógicas para la caja de empalmes #2(nodo 2) y modulo (1794-IE8 SLOT 00).	85
Figura 101. Entradas analógicas para la caja de empalmes #2 (nodo 2) y modulo (1794-OE12 SLOT 01).	86
Figura 102. Entradas digitales para la caja de empalmes #2 (nodo 2) y modulo (1794-IB8 SLOT 02).	87
Figura 103. Entradas analógicas para la caja de empalmes #3 (nodo 3) y modulo (1794-IE8 SLOT 00).	88
Figura 104. Entradas analógicas para la caja de empalmes #3 (nodo 3) y modulo (1794-IE8 SLOT 01).	89
Figura 105. Salidas analógicas para la caja de empalmes #3 (nodo 3) y modulo (1794-OE12 SLOT 02).	90
Figura 106. Entradas digitales para la caja de empalmes #3 (nodo 3) y modulo (1794-ib8 slot 03).	91

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Fichas técnicas de flujo de agua industrial, nivel del evaporador cascada, temperatura y nivel del tanque de mezcla primario y temperatura licor negro a boquillas.	95
Anexo B. Fichas técnicas de flujo de licor negro a boquillas, presión de licor negro a boquillas, presión de tiro forzado, flujo de aire primario.	96
Anexo C. Fichas técnicas de flujo de aire secundario, flujo de aire terciario, nivel tanque del crudo, temperatura del crudo a la salida del tanque	97
Anexo D. Fichas técnicas de presión del crudo a la salida del tanque, presión del crudo a quemadores de arranque, presión diferencial crudo-vapor, presión ACPM a quemadores de arranque.	98
Anexo E. Fichas técnicas de nivel tanque de ACPM, nivel del domo.	99
Anexo F. Fichas técnicas de nivel físico del domo, presión de vapor a de 65 PSI, temperatura vapor de 65 PSI.	100
Anexo G. Fichas técnicas de presión vapor a 165 PSI, temperatura vapor a 165 PSI, nivel del tanque de disolución (Dissolving Tank).	101
Anexo H. Fichas técnicas de temperatura tanque de agua canaletas, nivel tanque de agua canaletas, flujo de Weak-Wash, flujo de licor verde, nivel de tanque de mezcla.	102
Anexo I. Fichas técnicas de flujo de gases de salida, nivel tanque de desechos, presión superheater.	103
Anexo J. Fichas técnicas Tanque de Purga Continua.	104
Anexo K. Normas BLRBAC (Comité Asesor de Calderas de Recuperación de Licor Negro)	105
Anexo L. Cotización de la empresa Mega Ingeniería S. A.	119

Anexo M. Cotización 2 de la empresa Mega Ingeniería S.A	120
Anexo N. Inventario de transmisores, inventario de convertidores de señal.	121
Anexo Ñ. Cotización Metroinstruments (Archivo Adjunto en la Carpeta de Anexos)	
Anexo O. Cotización Sincron (Archivo Adjunto en la Carpeta de Anexos)	
Anexo P. Caldera Recuperación 3D (Archivo Adjunto interactivo en AutoCAD en la Carpeta de Anexos)	

GLOSARIO

ACPM: aceite combustible para motores.

AGUA DESMINERALIZADA: agua desoxigenada que evita que las tuberías de la caldera sufran corrosión.

AGUA INDUSTRIAL: agua de río tratada pero no es potable.

BLRBAC (BLACK LIQUOR RECOVERY BOILER ADVISORY COMMITTEE): norma que proporciona directrices para el diseño, instalación y operación de los controles y de los Sistemas Instrumentados de Seguridad (SIS), para contribuir a la operación de forma segura en una caldera de recuperación de licor negro.

CAUSTIFICACION: proceso siguiente al de la caldera de recuperación en el cual se mezcla el licor verde con cal para producir el licor blanco.

COMPUESTO INORGÁNICO EN EL LICOR NEGRO: sales de sodio y compuestos de azufre, son los elementos que forman los químicos inorgánicos.

COMPUESTO ORGÁNICO EN EL LICOR NEGRO: carbón, oxígeno e hidrógeno son los elementos que forman los químicos orgánicos.

DIGESTOR: cilindro usado para tratar el bagazo de la caña con químicos para producir pulpa.

DUMP TANK: tanque del vertedero o tanque de desechos.

FUNDIDO: carbonato de sodio fundido y derretido que fluye de la caldera y se mezcla con agua de proceso en el tanque de disolución para tomar licor verde.

JUNCTION BOX: caja de empalme o caja de conexiones.

LICOR BLANCO: reacción química del licor verde con cal, es usado en el proceso de elaboración de pulpa de los digestores.

LICOR NEGRO: sodio, vapor y compuestos orgánicos en solución.

LICOR NEGRO CONCENTRADO: de 45 a 60 porcentaje de sólido.

LICOR NEGRO DÉBIL: de 7 a 9 porcentaje de sólido.

LICOR VERDE: dado a la solución Na_2CO_3 (Carbonato de Sodio) formado cuando el fundido o residuo de la incineración de licor negro es disuelto en licor.

PRECIPITADOR: dispositivo magnético que atrae las partículas de carbonato de sodio presentes en el flujo de gases de salida para que luego pasen al tanque de mezcla.

RACK: armazón metálico con un ancho de 19 pulgadas con alto y fondo variables según la especificación del usuario, se encarga de alojar un gran número de dispositivos electrónicos.

SLOT: cada modulo de los FLEX I/O dentro de la junction box.

SOPLADORES DE HOLLÍN: limpian las tuberías de la caldera cuando están cubiertas por el hollín que resulta de la combustión.

WEAK WASH: agua con carbonato de sodio que al ser mezclada con el fundido del hogar en el tanque disolvedor produce el licor verde.

RESUMEN

El proyecto que se presenta fue desarrollado en cuatro partes:

Se describe el proceso de la caldera de recuperación de licor negro y sus lazos de control actuales.

Se muestra la norma BLRBAC que basados en ella permite realizar una actualización segura y da pautas pertinentes que se tuvieron muy en cuenta para que esta caldera cumpla en un futuro con todos los requisitos exigidos por la norma.

Se realizaron diagramas de cadena con instrumentación y señales electrónicas con el seguimiento de las normas BLRBAC e ISA, teniendo en cuenta los procesos más críticos y los otros lazos secundarios que no deben despreciarse, para que exista un sistema seguro y que permita a los operarios y demás trabajadores estar fuera de cualquier peligro.

Se plasmó el diagrama de conexión de los módulos Allen Bradley de entradas y salidas (Flex I/O) para la red de control de la caldera de recuperación.

INTRODUCCIÓN

Actualmente se vive en un mundo cada vez más integrado, por lo que los productos industriales deben competir tanto con los que se fabrican en países más industrializados como con aquellos producidos por una mano de obra muy barata. Es por ello que los procesos de fabricación deben tender cada vez más a asegurar una calidad rigurosa y uniforme, al mismo tiempo que una alta productividad; es por esta razón que en las industrias es de gran importancia la actualización de equipos de instrumentación y controles de proceso dentro de la misma ya que la producción, calidad, seguridad y entorno dependen casi enteramente de estos.

En el proceso de fabricación del papel, el ciclo de recuperación es una fase muy importante ya que se reaprovechan químicos de altos costos. La caldera de recuperación de Propal planta 1 es una de las áreas que contiene gran cantidad de instrumentación la cual no ha sido actualizada.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar Ingeniería de Detalle en la instrumentación de la Caldera de Recuperación de Licor Negro de Propal Planta 1.

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Conocer el proceso de la caldera de recuperación de licor negro de Propal planta 1.
- Identificar e interpretar los lazos de control correspondientes a cada proceso dentro de la caldera de recuperación de licor negro de Propal planta 1.
- Obtener una evaluación técnica detallada del estado de la instrumentación actual de la caldera de recuperación de licor negro de Propal planta 1.
- Realizar inventario de los equipos, fichas técnicas y su estado actual, identificando los lazos más críticos.
- Cuantificar las entradas y salidas de las señales de los sistemas de control de la caldera de recuperación para integrarlas en un DCS (Distributed Control System).
- Proponer equipos de instrumentación moderna que puedan ser integrados en red bus de campo.
- Proponer estrategias de control.
- Levantamiento de los planos de acuerdo a la normativa ISA.

2. CALDERA DE RECUPERACIÓN DE LICOR NEGRO.

2.1. INTRODUCCIÓN

La caldera acuatubular de recuperación de licor negro, maneja presiones de operación de 0-2200 PSIG, tiene una configuración vertical, emplea un combustible especial (licor negro), varía la energía producida por la combustión según la demanda de vapor que se requiera y en general es un sistema modulado que permite aumentar o disminuir la generación de vapor variando las proporciones de aire y combustible en el quemador para lograr una combustión eficiente con bajos niveles de contaminación por residuos.

Una de las funciones principales de la caldera es recuperar los valiosos químicos del tratamiento de la pulpa y otra es aprovechar el contenido calórico de la materia orgánica presente en el licor negro.

Para lograr una mejor comprensión de los procesos térmicos y de recuperación de soda cáustica que ocurren en la caldera, se identifican los siguientes subsistemas que aparecen como bloques en la figura 1.

- Concentración de licor negro.
- Combustión.
- Generación de vapor.
- Recolección de licor verde.
- Recuperación de carbonato de sodio.

2.2 CONCENTRACIÓN DE LICOR NEGRO

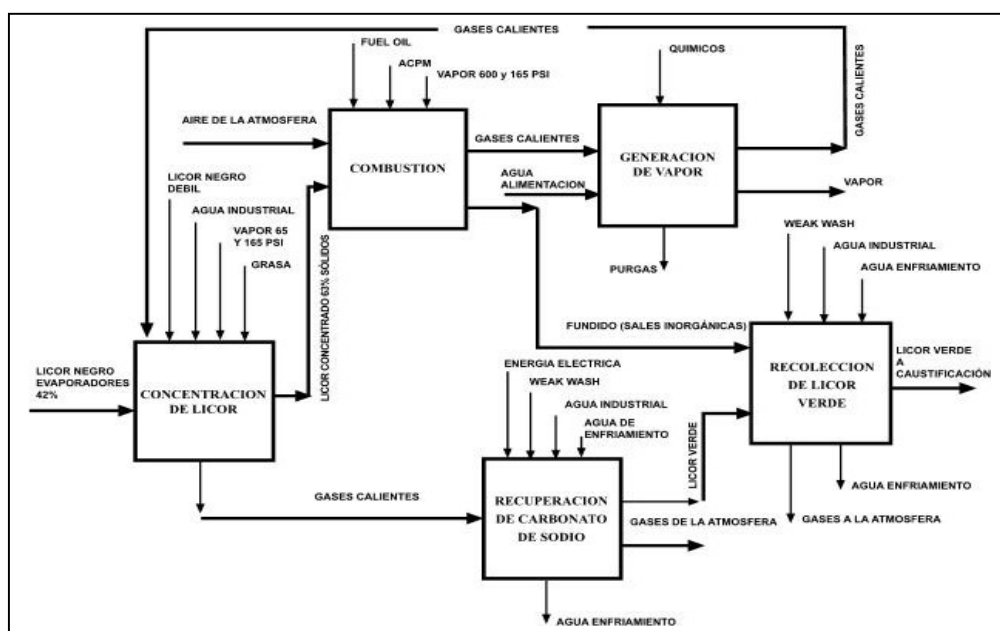
La concentración del licor negro es una operación unitaria que consiste en la separación por evaporación de un solvente (agua) y un soluto (licor negro). El agente de separación es la energía que se suministra a la solución de interés, a través del calor de vapor próximo a condensarse, así, el objetivo de la evaporación es concentrar una solución, para incrementar su contenido de sólidos.

La mayor parte de la eliminación de agua se lleva a cabo, normalmente, en evaporadores de múltiple efecto, los cuales están conectados en etapas sucesivas y operadas a diferentes presiones, de tal modo que el vapor de un evaporador es suministrado al siguiente evaporador y así sucesivamente. A medida que el licor se mueve de un efecto al siguiente, se incrementa la presión, aumenta la temperatura de ebullición, aumenta el porcentaje de sólidos, y disminuye el volumen de licor. El primer paso en este procedimiento es por lo tanto concentrar el licor negro débil y

elevar su concentración original de sólidos desde (8 a10) % hasta alrededor de (45 a 55) %. ¹

En la figura 1 se muestra el diagrama funcional de la caldera de recuperación con los subsistemas que la componen.

Figura 1. Diagrama funcional de la caldera de recuperación de licor negro.



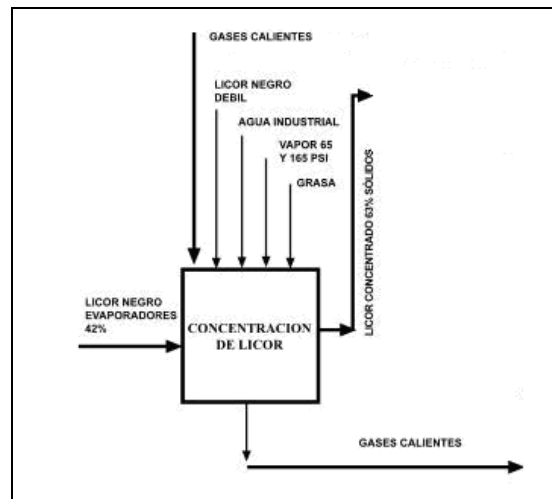
Fuente: Suárez Pérez, Manuel Gonzalo. Informe de instrumentos críticos de caustificación y Horno de cal e implementación de nuevos controles en caustificación. Santiago de Cali: Propal, 2007. p 15

En la figura 2, se muestra un bloque funcional del subsistema de concentración de licor negro, donde éste lo recibe concentrado al 42% proveniente de los evaporadores, y le eleva los sólidos a un rango de entre (58 a 63) % para luego enviarlo al subproceso de combustión.

En la figura 3, se muestran los componentes del subsistema de concentración de licor negro, pero desde el punto de vista de flujo de proceso y su interrelación con otros componentes del sistema.

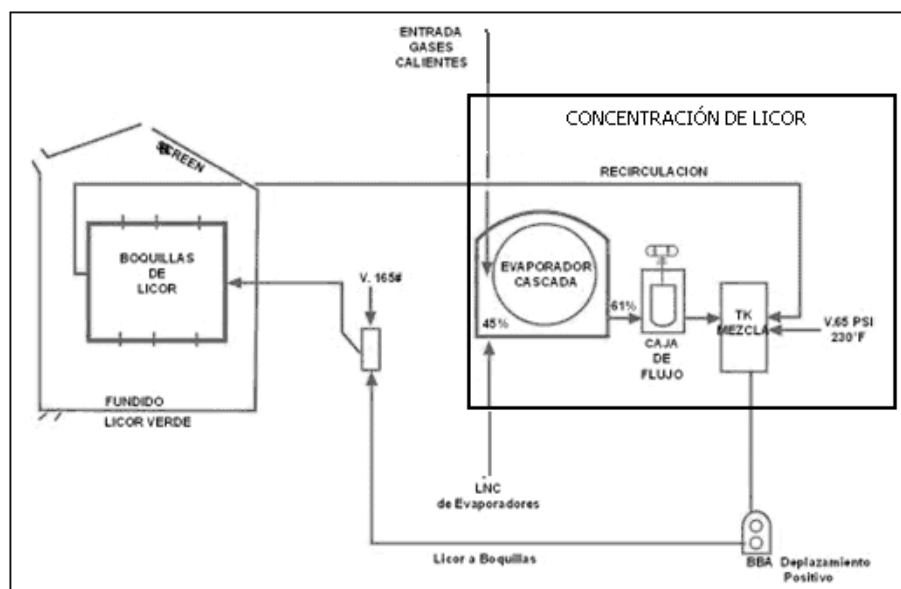
¹ Suárez Pérez, Manuel Gonzalo. Informe de instrumentos críticos de caustificación y Horno de cal e implementación de nuevos controles en caustificación. Santiago de Cali: Propal, 2007. p.12.

Figura 2. Diagrama en bloque del subsistema de concentración de licor negro.



Fuente: Suárez Pérez, Manuel Gonzalo. Informe de instrumentos críticos de caustificación y Horno de cal e implementación de nuevos controles en caustificación. Santiago de Cali: Propal, 2007. p 18

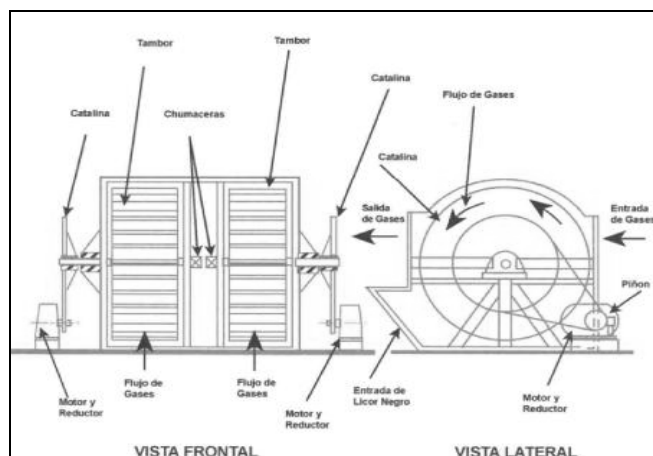
Figura 3. Diagrama de flujo en subsistema de concentración de licor negro.



Fuente: MFO 37. Fase de Recuperación de Soda Cáustica. 1 ed. Santiago de Cali. Propal, 2002. p 7

2.2.1 Evaporador Cascada. Es un evaporador de contacto directo, tiene un conjunto rotativo de tubos que alternativamente se sumergen en el licor y se exponen a los humos calientes. Su propósito es doble, uno es concentrar el licor negro de un 42% a un rango entre (58-63%) para poder ser quemado, y otro es utilizar el calor residual de la combustión de los gases que dejan la sección de tubos de la caldera. (Ver figura 4)

Figura 4. Detalle del evaporador cascada



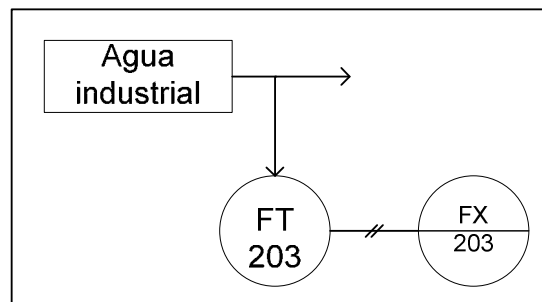
Fuente: MFO 37. Fase de Recuperación de Soda Cáustica. Santiago de Cali.: Propal, 2002. p 11

En el cuarto de control de la caldera se mide la corriente de los motores que manejan las catalinas del evaporador cascada, para verificar el torque de estos. El motor de la catalina por donde entra el licor maneja un rango de 40 a 60 Amperios y el de la catalina por donde sale el licor, de 60 a 95 Amperios. Si se excede alguno de estos rangos, significa que el licor está muy concentrado y el motor está muy forzado (aumento de torque), por lo cual el operador debe agregar manualmente licor débil (o en su defecto, agua industrial) al evaporador para bajar la concentración de sólidos del licor².

Cuando por cualquier motivo, el evaporador cascada no está en funcionamiento, se le introduce agua industrial y vapor a una presión de 65 a 165 PSI, para limpiarlo. Esta agua industrial tiene en este momento una indicación del flujo con el que llega a la caldera de recuperación que se encuentra en el cuarto de control y está conectada como se ve en la figura 5.

² MFO 37. Fase de Recuperación de Soda Cáustica. Santiago de Cali: Propal, 2002. p. 11.

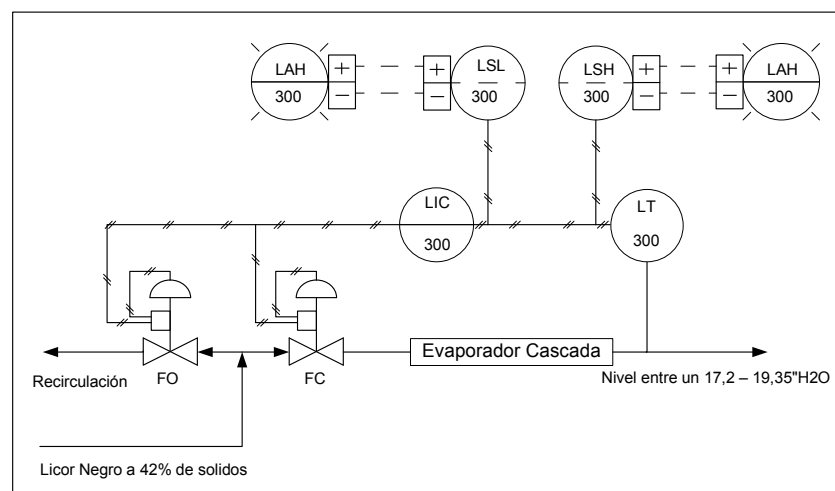
Figura 5. Diagrama de indicación del flujo de agua industrial a caldera de recuperación.



Para ver la ficha técnica de este lazo de indicación dirigirse al anexo A.

Actualmente, en el evaporador cascada se tiene un control del nivel para evitar que los gases de combustión se lleven partículas de licor al precipitador. En la figura 6 se muestra el diagrama de este control de nivel.

Figura 6. Diagrama De Control De Nivel Del Evaporador Cascada



Para ver la ficha técnica de este lazo de control dirigirse al anexo A.

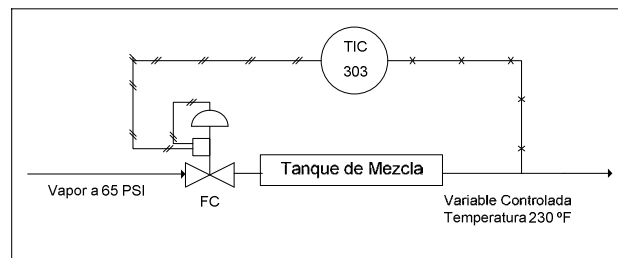
2.2.2 Caja flujo. Es un filtro, su funcionamiento es el de quitar los grumos del licor para luego ser almacenado en el tanque de mezclas primario.

2.2.3 Tanque de mezclas primario. Sirve como cabezal de presión a las bombas de desplazamiento positivo de licor a boquillas, además tiene en su interior una flauta por donde entra vapor a 65psi, para mantener el licor a una temperatura de 230 °F (110 °C).

En teoría, el licor debe tener un porcentaje de sólidos de alrededor de 60 a 65 %. Actualmente en la planta, el licor se quema con un porcentaje de sólidos que está dentro del rango de 58 a 63 %. Si el licor negro tiene un porcentaje de sólidos menor al del rango, se van apagando los quemadores uno por uno (dependiendo del porcentaje de sólidos) hasta que todos queden fuera de línea, se cierra la válvula de salida del evaporador cascada y se abren boquillas del combustible auxiliar.

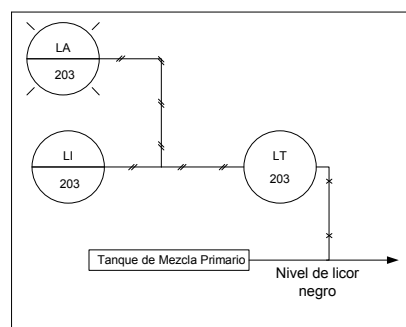
En el tanque de mezclas primario, se tiene un lazo de control de temperatura del licor negro almacenado (Ver figura 7), para evitar incrustaciones en la tubería. También se dispone de un indicador de nivel del tanque, cuyo diagrama aparece en la figura 8.

Figura 7. Diagrama de Control de Temperatura (Tanque de Mezcla primario).



Para ver la ficha técnica de este lazo de control dirigirse al anexo A.

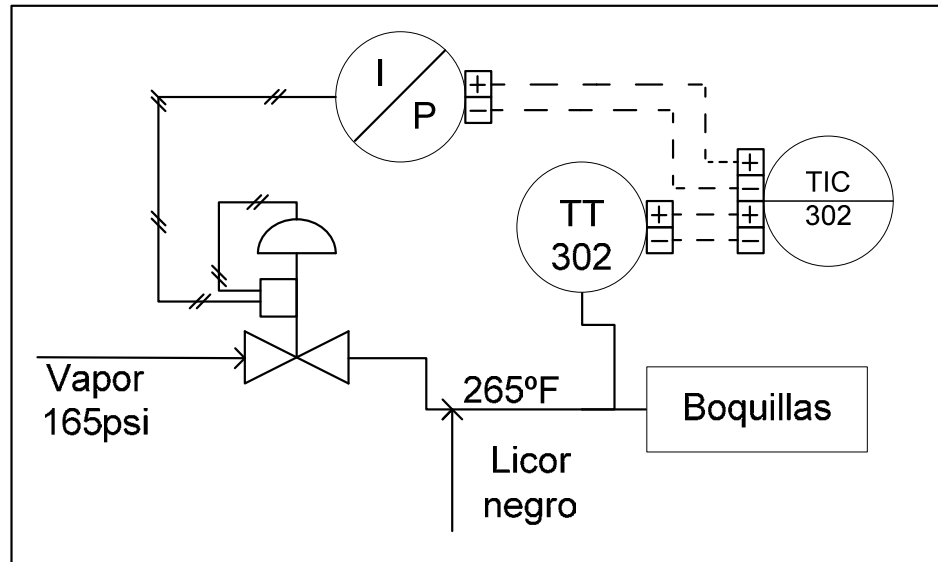
Figura 8. Diagrama de indicación de nivel (tanque de mezcla primario).



Para ver la ficha técnica de este lazo de indicación dirigirse al anexo A.

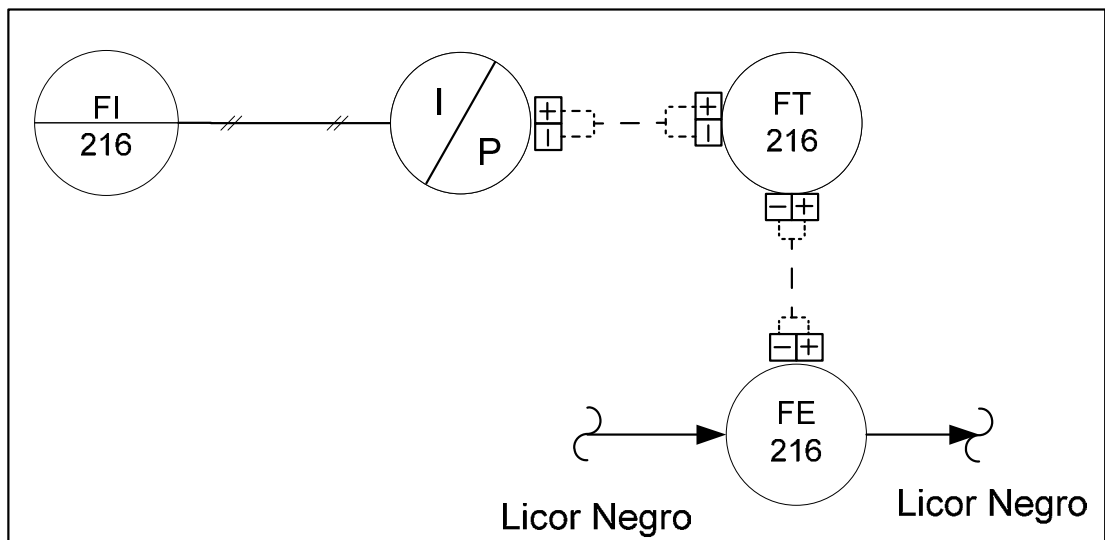
Finalmente luego de pasar el licor negro por el tanque de mezcla primario y luego por las bombas de suministro de licor negro, la temperatura de este es controlada para entrar en las boquillas o quemadores y tiene un lazo de control como se ve en la figura 9. Se realiza una indicación del flujo del licor negro a boquillas (ver la figura 10) y un control de presión de licor negro a boquillas el cual se puede observar en la figura 11.

Figura 9. Diagrama de control de temperatura del licor negro a boquillas.



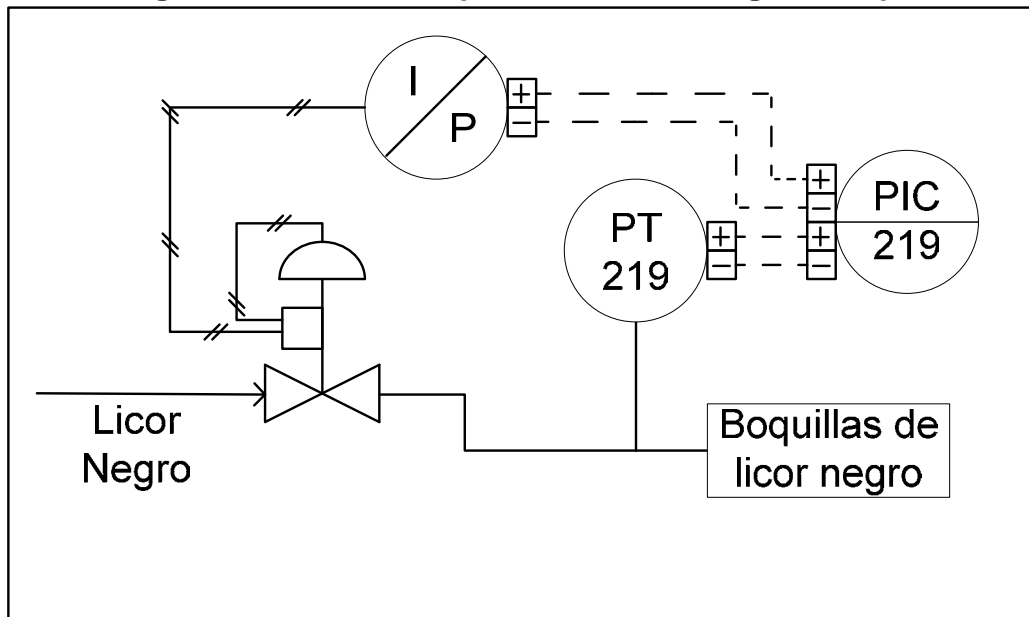
Para ver la ficha técnica de este lazo de control dirigirse al anexo A.

Figura 10. Diagrama de indicación de flujo del licor negro a boquillas.



Para ver la ficha técnica de este lazo de indicación dirigirse al anexo B.

Figura 11. Diagrama de control de presión del licor negro a boquillas.



Para ver la ficha técnica de este lazo de control dirigirse al anexo B.

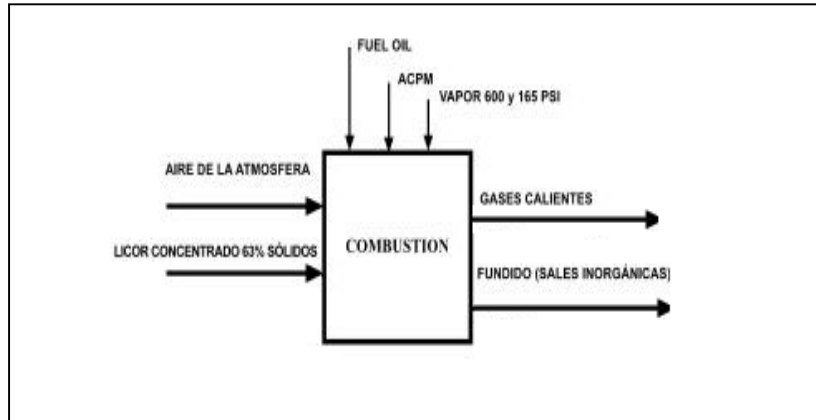
2.3 COMBUSTIÓN DE LA CALDERA DE RECUPERACION

Suarez dice que: “Para que se dé la combustión, es necesario que exista un combustible, un comburente (aire) y un agente externo que produzca la ignición (chispa). El proceso de combustión debe ser lo más óptimo posible en cuanto a su consumo y además amigable con el medio ambiente”³.

En la figura 12, se muestra el diagrama de bloque funcional de combustión, el cual tiene como comburente aire de la atmósfera y como combustible licor negro concentrado a un 63%. Además también entra crudo (fuel oil) como combustible auxiliar, ACPM como combustible auxiliar para ignición y el vapor a 165 PSI para hacer la atomización y limpieza en los quemadores.

³ SUÁREZ PÉREZ, Manuel Gonzalo. Informe de instrumentos críticos de caustificación y Horno de cal e implementación de nuevos controles en caustificación. Santiago de Cali: Propal, 2007. p. 20

Figura 12. Diagrama en bloque del subsistema de combustión de la caldera de recuperación.



Fuente: Suárez Pérez, Manuel Gonzalo. Informe de instrumentos críticos de caustificación y Horno de cal e implementación de nuevos controles en caustificación. Santiago de Cali: Propal, 2007. p. 21.

La salida de este subsistema es material inorgánico (fundido). El material orgánico se quema generando gases, que con un tiro inducido se les da dirección hacia la chimenea de salida.

Este subsistema está compuesto por las siguientes fases:

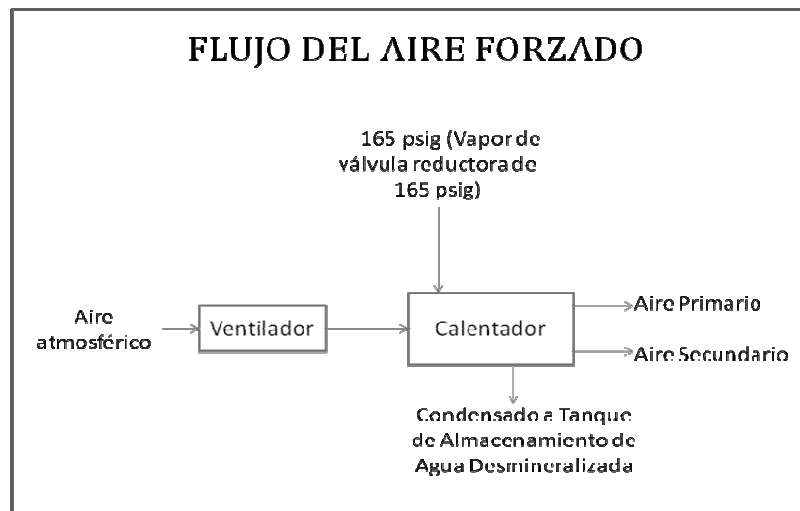
- ✓ Tiro forzado.
- ✓ Tanque de Fuel Oil.
- ✓ Calentadores de Fuel Oil.
- ✓ Tanque de ACPM.
- ✓ Tiro inducido.

2.3.1 Tiro forzado. Dentro de la caldera se tiene un control del flujo (manual o automático) del aire que entra al hogar para tener una correcta relación de aire/combustible y poder lograr una eficiente combustión.

El aire de combustión es suministrado por un ventilador conocido como “ventilador de tiro forzado”, el cual lo toma de la atmósfera y lo transporta bajo presión a través de ductos, hasta el hogar. Antes de llegar a este, el aire pasa por un calentador donde obtiene una temperatura de 270 a 280 °F (Aquí no se calienta el aire terciario). El aire caliente entra al hogar a través de unas cajas de ventilación bicadas entre los tubos que forman las paredes del horno, para controlar el lecho y la combustión.⁴

⁴ Ibíd., p. 22

Figura 13. Diagrama de bloques del sistema de tiro forzado.

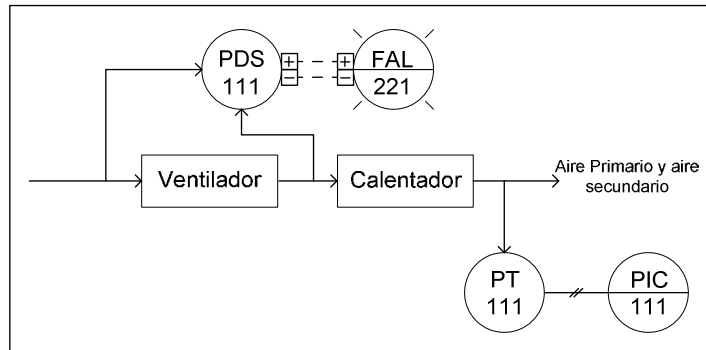


La figura 13 muestra un diagrama con las fases del tiro forzado, donde se distinguen:

- **Aire primario.** Alimenta el oxígeno necesario para la combustión en las boquillas de los quemadores de arranque (segundo piso de la caldera).
- **Aire secundario.** Alimenta el oxígeno necesario para la combustión en las boquillas de licor negro (tercer piso de la caldera) , produce una turbulencia que hace que el combustible tenga un tiempo de retención suficiente para eliminar el 40% de humedad restante en el licor negro.
- **Aire Terciario.** Es alimentado por un ventilador ubicado en el 5° piso que toma el aire del medio ambiente y lo conduce a los ductos y cajas de los quemadores de carga ubicados en el tercer nivel. Su función es la de formar una cortina para que evite el arrastre de combustible sin quemar y completar el proceso de combustión.

El tiro forzado no se controla, la presión se indica y esta depende del control de los aires, en la figura 14 se puede ver en este momento como se indica la presión de este y como es uno de los aspectos más críticos de la caldera esta fase permite disparar o apagar la caldera en caso de haber bajo flujo de aire.

Figura 14. Diagrama de indicación de presión del tiro forzado.

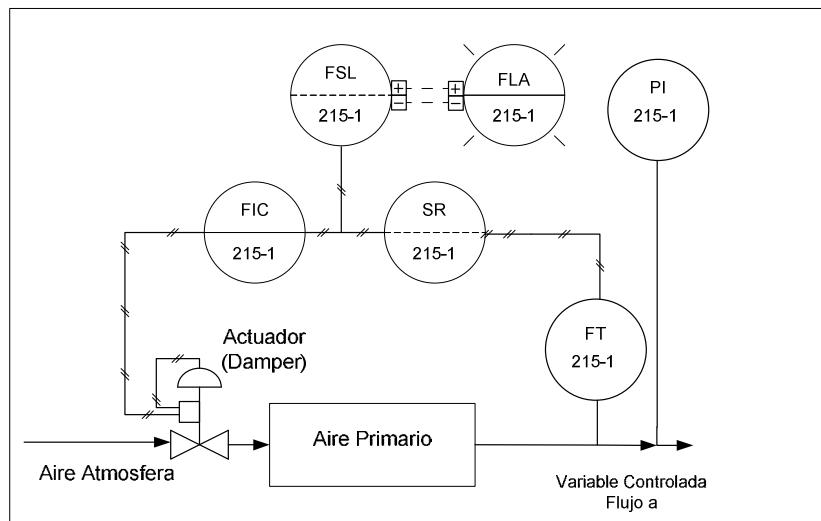


Para ver la ficha técnica de este lazo de indicación dirigirse al anexo B.

La figura 15 muestra el diagrama de control del flujo del aire primario.

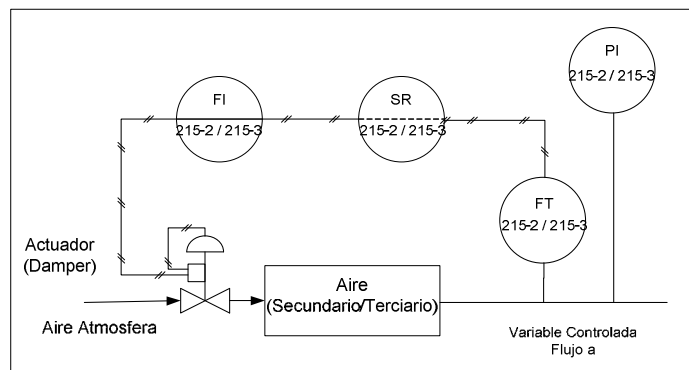
La figura 16 muestra el diagrama de control de flujo del aire secundario y terciario. Se muestra ambos en la misma figura por que tienen la misma estructura del sistema de control.

Figura 15. Diagrama de control de aire primario.



Para ver la ficha técnica de este lazo de control dirigirse al anexo B.

Figura 16. Diagrama control aire secundario y terciario.



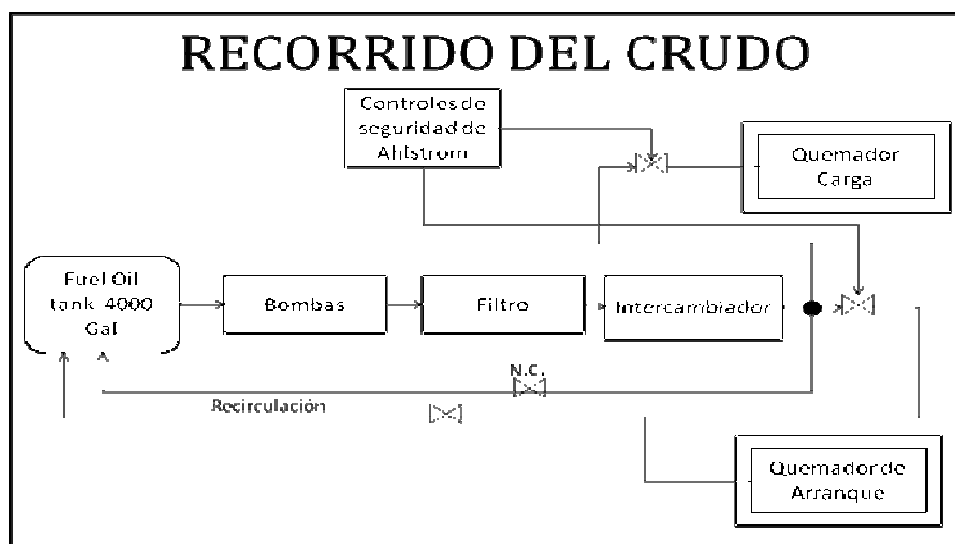
Para ver la fichas técnicas de estos lazos de control dirigirse al anexo C.

2.3.2 Crudo. Combustible auxiliar que se utiliza en la caldera especialmente para:

- Encenderla después de una parada o un apagón.
- Estabilizar el hogar durante condiciones de perturbación de la combustión.
- Ayudar parcialmente con las cargas de vapor.
- Para consumir la cama de licor negro cuando se va a parar la caldera.

El recorrido del crudo se puede ver en la figura 17.

Figura 17. Diagrama en bloque del recorrido del crudo.

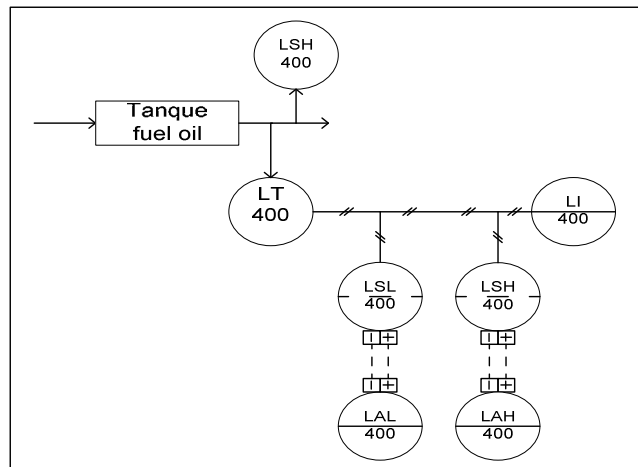


El crudo o fuel oil tiene 4 lazos de control los cuales son:

- Control de presión.
- Control de temperatura.
- Control diferencial (crudo-vapor).
- Control de presión de crudo en el tanque y dos alarmas que se activan por nivel bajo y alto respectivamente.

Además se tiene una indicación del nivel del tanque donde el crudo está almacenado como se puede apreciar en la figura 18.

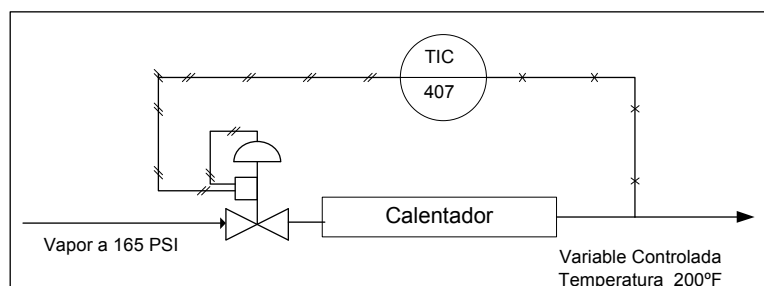
Figura 18. Indicación de nivel del tanque de crudo.



Para ver la ficha técnica de este lazo de control dirigirse al anexo C.

A continuación en la figura 19 se puede ver la manera como se está controlando la temperatura del crudo actualmente.

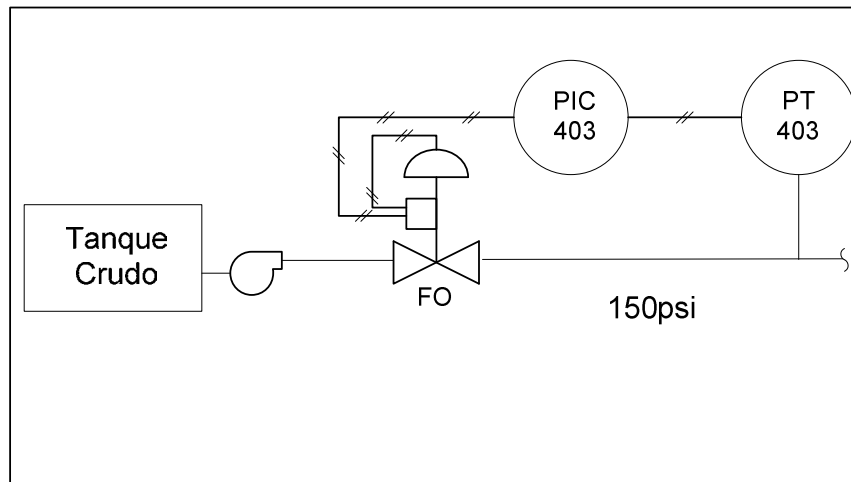
Figura 19. Control de temperatura del crudo a la salida del tanque.



Para ver la ficha técnica de este lazo de control dirigirse al anexo C.

La figura 20 muestra el control de presión usado a la salida del tanque de crudo.

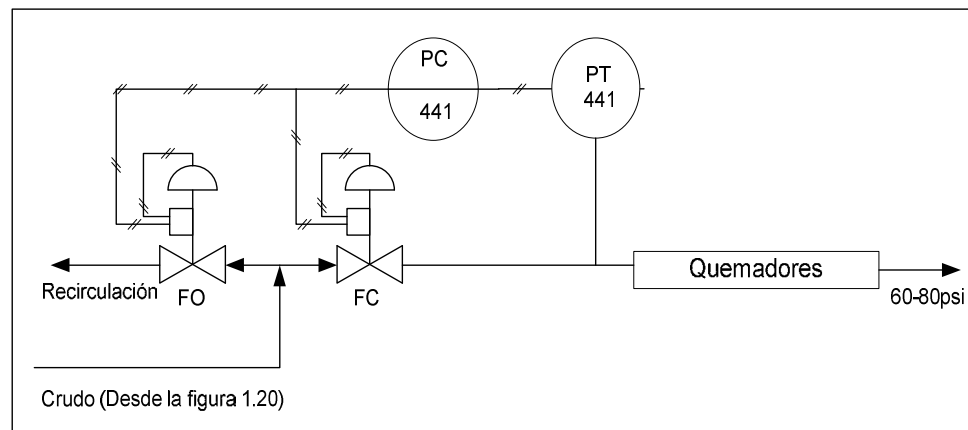
Figura 20. Control de presión del crudo a la salida del tanque.



Para ver la ficha técnica de este lazo de control dirigirse al anexo D.

En la figura 21 se puede observar el control que se tiene implementado en este momento para la presión del crudo.

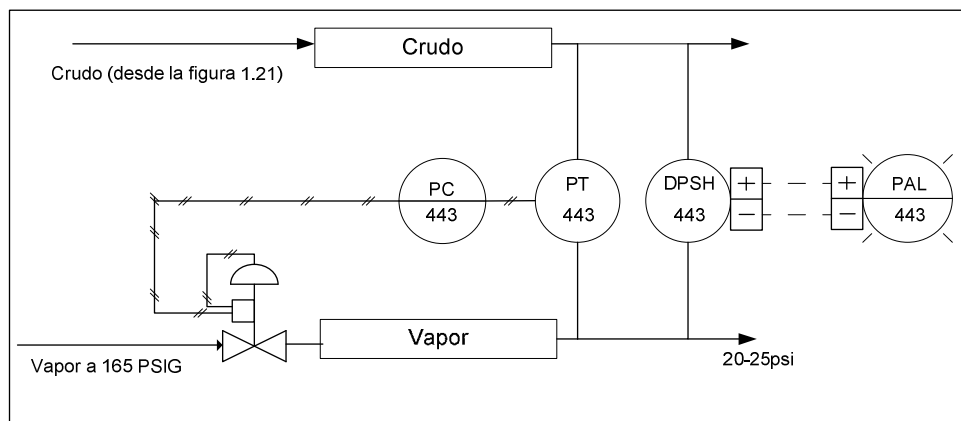
Figura 21. Control de presión del crudo a quemadores de arranque.



Para ver la ficha técnica de este lazo de control dirigirse al anexo D.

La figura 22 muestra el controlador diferencial de presión usado actualmente para atomizar de una forma adecuada el vapor y el crudo en los quemadores de arranque.

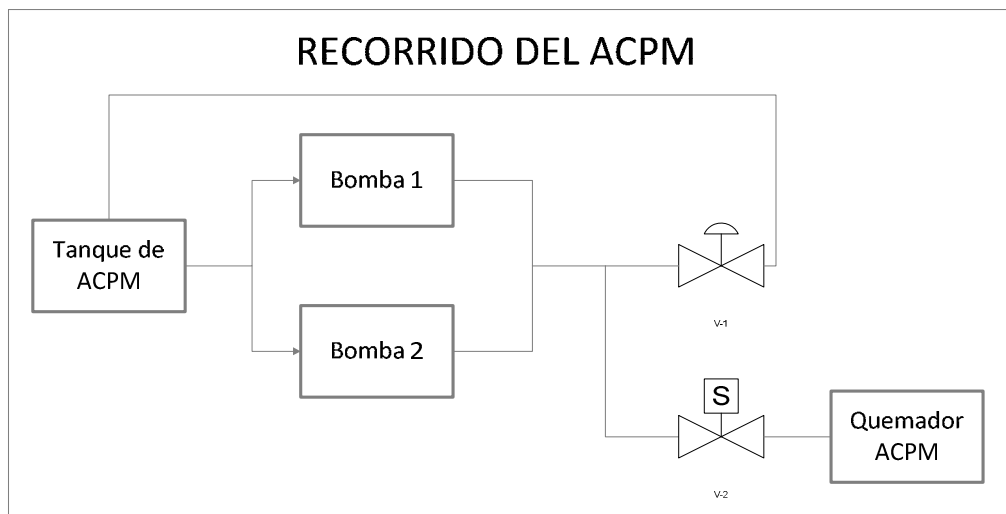
Figura 22. Control de presión diferencial crudo-vapor.



Para ver la ficha técnica de este lazo de control dirigirse al anexo D.

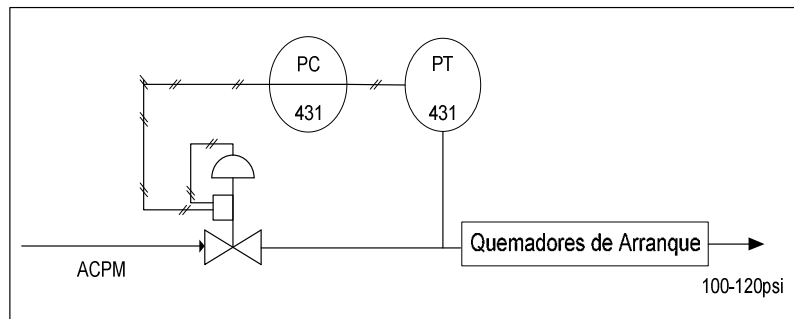
2.3.3 ACPM. Es otro combustible auxiliar que es utilizado más que todo para generar la ignición en el momento de arranque de la caldera de recuperación. El recorrido del ACPM se puede ver en la figura 23.

Figura 23. Diagrama de bloque del recorrido del ACPM.



En la actualidad, al ACPM se le esta haciendo control de presión en el campo. Su diagrama de control de presión se puede ver en la figura 24.

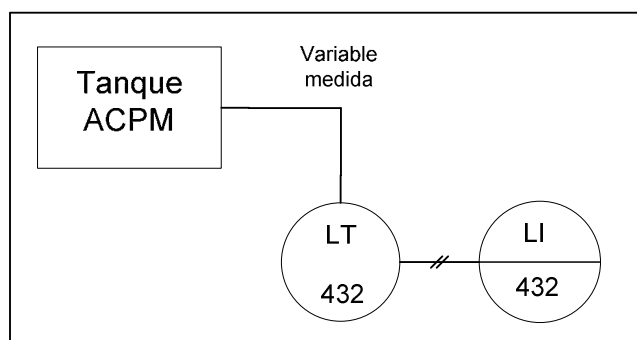
Figura 24. Control de presión del ACPM.



Para ver la ficha técnica de este lazo de control dirigirse al anexo D.

Además del control de presión del ACPM en este momento se tiene la indicación del nivel del tanque en el cuarto de control, Ver figura 25.

Figura 25. Indicación de nivel de ACPM.



Para ver la ficha técnica de este lazo de control dirigirse al anexo 5.

2.4 GENERACIÓN DE VAPOR

La generación de vapor se hace con el intercambio térmico del agua de alimentación y los gases de combustión. El flujo de agua que va através de los tubos de la caldera se crea naturalmente por gravedad. El calor liberado por el proceso de combustión se transfiere hacia el agua de la caldera dentro de los tubos, generando así el vapor.

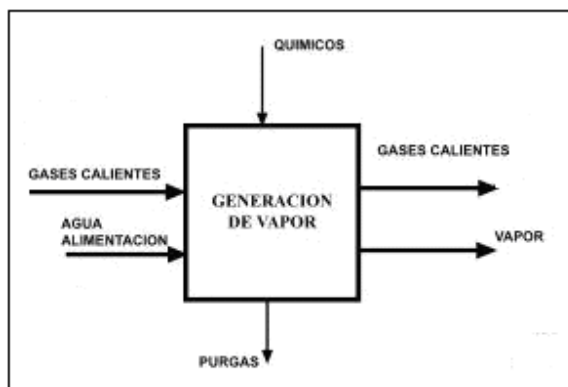
En la figura 26, se muestra un bloque funcional del subsistema de generación de vapor, donde éste recibe gases calientes y agua desmineralizada (agua de alimentación) y genera vapor.

Del vapor generado a 650 PSI y usado para mover la turbina del tiro inducido y los sopladores de hollín, se deriva vapor de 165 PSI y 65 PSI.

El vapor a 165 PSI, es usado para calentar el aire, calentar el fuel oil, como calentador secundario; para la dispersión y limpieza de los quemadores de arranque y de carga, para limpieza de las boquillas de licor negro, para limpieza de las líneas de licor negro, para la caja de flujo, para el sistema de vacío en evaporadores y para el quemador del horno en caustificación.

El vapor a 65 PSI, es usado para evaporar licor negro en el calentador primario, para limpieza aspas del tiro inducido, para duchas contra incendio en el evaporador de cascada y en el precipitador, para calentamiento de los tanques de licor negro concentrado, tanque del vertedero (Dump tank) y el agua de las canaletas.⁵

Figura 26. Diagrama en bloque del subsistema de generación de vapor.



Fuente: Suárez Pérez, Manuel Gonzalo. Informe de instrumentos críticos de caustificación y Horno de cal e implementación de nuevos controles en caustificación. Santiago de Cali: Propal, 2007. p 37.

El subsistema generación de vapor se divide en dos componentes, que son: flujo de agua y flujo de vapor.

2.4.1 Flujo de agua. El agua de alimentación de las calderas debe ser bien tratada de lo contrario pudiera causar los siguientes problemas:

- Formación de costra.
- Corrosión.
- Formación de burbujas de aire.
- Adherencia del vapor al cilindro (Domo).

Actualmente en Propal Planta 1 tratan el agua por los siguientes métodos:

⁵Ibíd., p. 37.

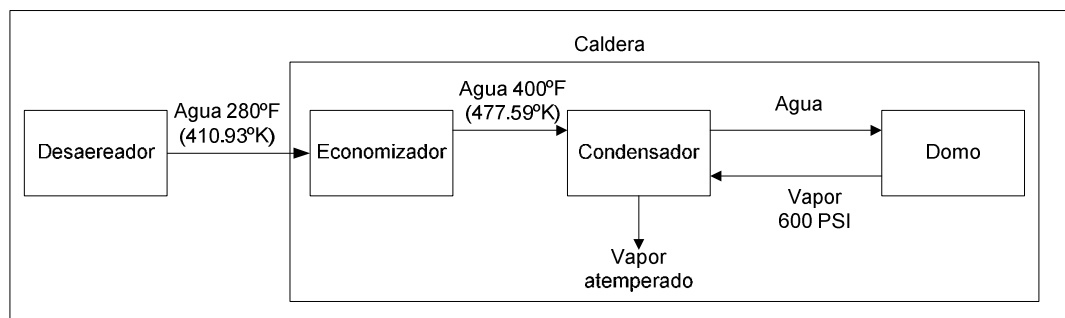
- **Intercambio iónico.** El intercambio iónico se utiliza en gran medida en los laboratorios para proporcionar agua purificada bajo demanda, es una operación de separación basada en la transferencia de materia fluido-sólido. Implica la transferencia de uno o más iones de la fase fluida al sólido por intercambio o desplazamiento de iones de la misma carga, que se encuentran unidos por fuerzas electrostáticas a grupos funcionales superficiales. La eficacia del proceso depende del equilibrio sólido-fluido y de la velocidad de transferencia de materia. Los sólidos suelen ser de tipo polimérico, siendo los más habituales los basados en resinas sintéticas.

- **Osmosis inversa.** El objetivo de la osmosis inversa es obtener agua purificada partiendo de un caudal de agua que esta relativamente impura o salada. Esto se logra separar de este caudal de agua contaminada con sales, un caudal menor de agua pura. En este proceso se aplica presión que tiene más alta concentración de sales para forzar un caudal menor de agua pura.

El agua de alimentación proviene del tanque desaereador de calderas de potencia con una temperatura de 280°F y es alimentado a la caldera donde pasa a través de diferentes tubos ensamblados en subconjuntos que unidos forman la caldera, que básicamente es un intercambiador de calor de alta eficiencia, donde el agua va ganando calor hasta cambiar de estado, convirtiendose en vapor.

La figura 27 muestra el ciclo del agua alimentacion para llegar al domo.

Figura 27. Diagrama de bloques del flujo de agua y vapor.



- **Economizador.** Diseñado para calentar el agua de alimentación, incrementa la temperatura del agua de alimentación a cerca de 400°F y al mismo tiempo enfrían los gases de combustión a una temperatura de aproximadamente 470°F.

- **Condensador de vapor.** Pequeño tanque que recibe al agua proveniente del cabezal superior del economizador. Por la parte superior le entra una línea de

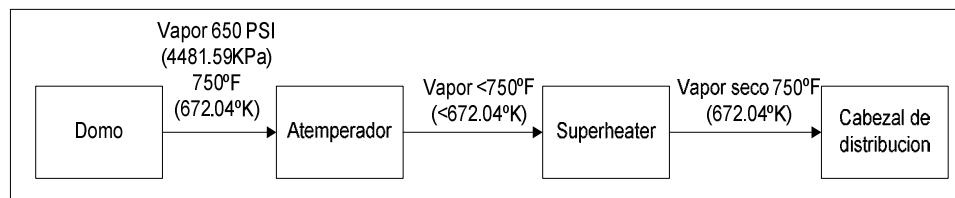
vapor proveniente del domo de vapor de la misma caldera haciendo contacto indirecto con el agua de alimentación. El condensado producido en el condensador se utiliza en la atemperación del vapor de 600 psi.

- **Domo de vapor.** Tanque (paredes con un espesor de una pulgada) dónde llega el agua proveniente del condensador y es distribuida por dos tubos tipo flauta que están a lo largo.
- **Main bank.** Banco principal de tubos que sirve de comunicación entre el domo superior (domo de vapor) y domo inferior (domo de lodos).
- **Domo de lodos.** Tanque más pequeño que el de domo de vapor posee dos tubos de caída de agua a los screen y dos al cabezal inferior principal del hogar, cuatro válvulas motorizadas para su drenaje de emergencia, líneas para extracción, un cabezal inferior principal para distribución del agua en las paredes y piso del hogar de la caldera, una pantalla de tubos que sirven de protección al superheater llamados screen tubes.

2.4.2 Flujo de vapor. El vapor generado en la caldera sale con una presión de 650 PSIG después es dividido en 165 y 65 PSIG.

La figura 28 muestra el ciclo de salida del flujo de vapor.

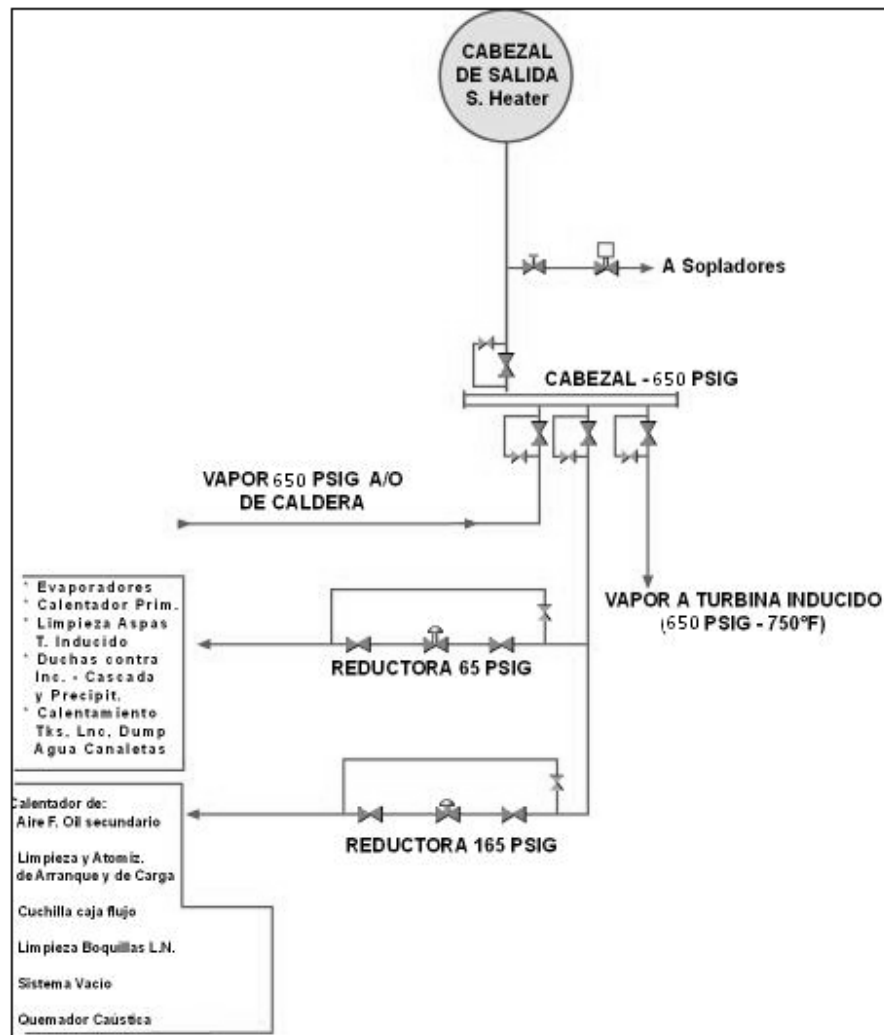
Figura 28. Diagrama de bloques del flujo de vapor.



- **Atemperador.** Consiste en una boquilla especial de dispersión, que introduce condensado proveniente del intercambiador de calor (condensador) y es atomizado con vapor del domo, en forma proporcional a la temperatura que el vapor presente, y así garantizar que ésta no sea mayor a 750 °F.
- **Superheater (Súper calentador).** Su finalidad es la de secar el vapor, elevar su temperatura al punto de diseño (750°F) pero sin aumentar presión; esto se obtiene por la igualdad del diámetro que existe entre el cabezal de entrada y salida de cada cuerpo del Superheater.

- **Cabezal de distribución.** Este es encargado de dividir el vapor a las tres presiones diferentes que maneja la caldera (650, 165, 65 PSIG), la figura 29 muestra la distribución de vapor.

Figura 29. Detalle distribución vapor.



Fuente: MFO 37. Fase de Recuperación de Soda Cáustica. Santiago de Cali: Propal, 2002. p 28

Actualmente el control del nivel del domo ya esta actualizado, el control del nivel del domo dependen de tres variables: entrada de agua de alimentación, salida de vapor y el nivel del domo (ver figura 30), figura 31 se muestra la conexión del lazo de control

Figura 30. Control del nivel del domo.

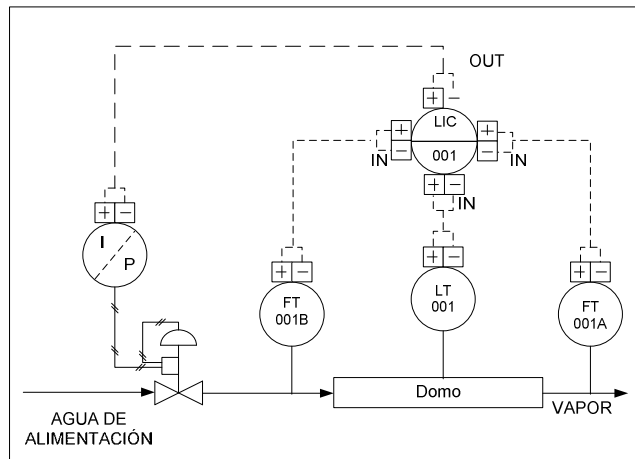
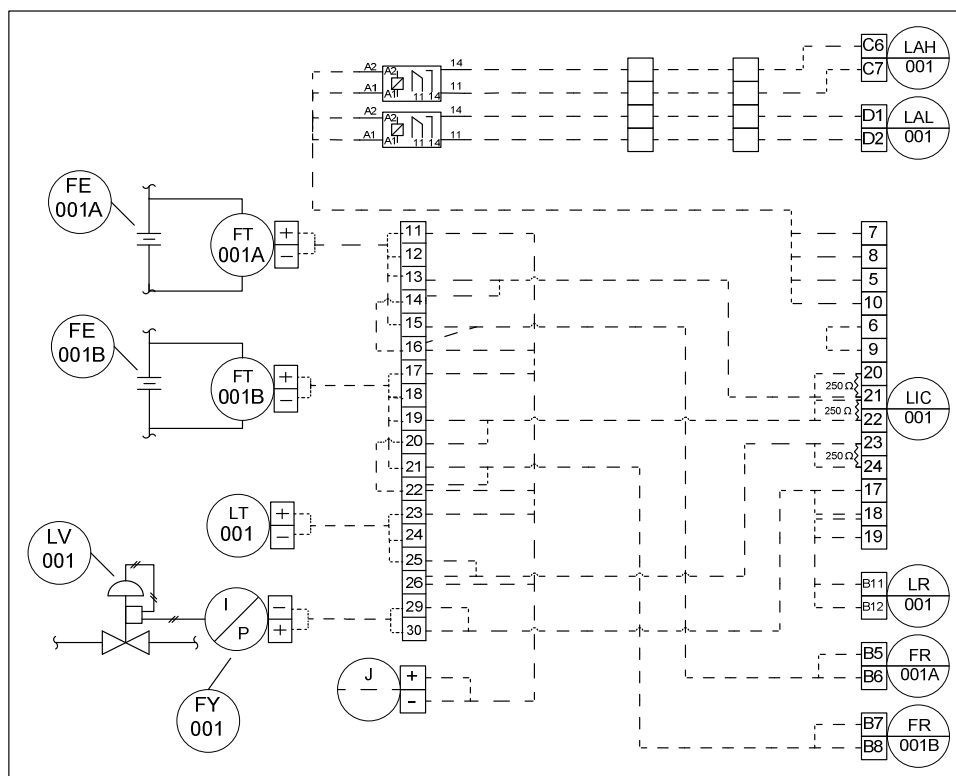


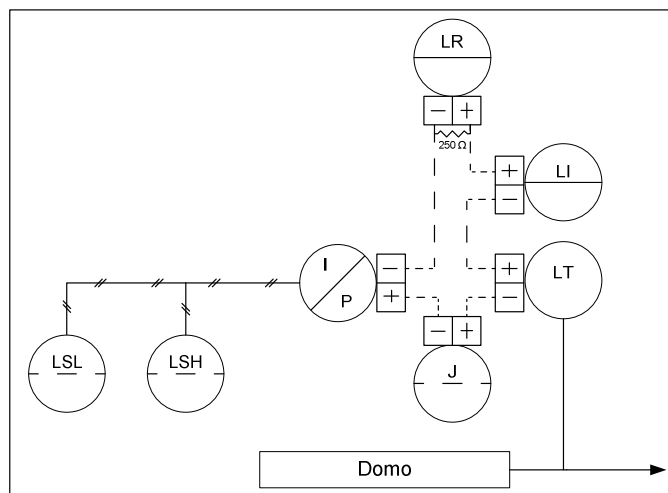
Figura 31. Diagrama de conexión de nivel del domo.



Para ver la ficha técnica de este lazo de control dirigirse al anexo E.

El diagrama donde se registra el nivel del domo físico en el cuarto de control se puede ver en la figura 32.

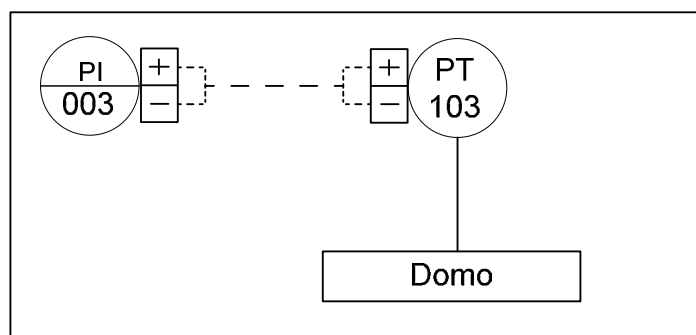
Figura 32. Diagrama de control de nivel físico del domo.



Para ver la ficha técnica de este lazo de control dirigirse al anexo F.

El domo también tiene un lazo de indicación de presión el cual se puede ver en la figura 33

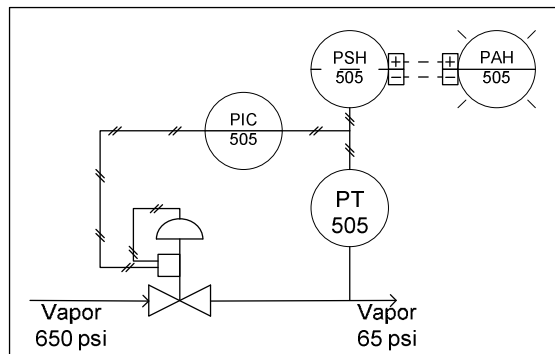
Figura 33. Diagrama de indicación de la presión del domo.



Para ver la ficha técnica de este lazo de control dirigirse al anexo J.

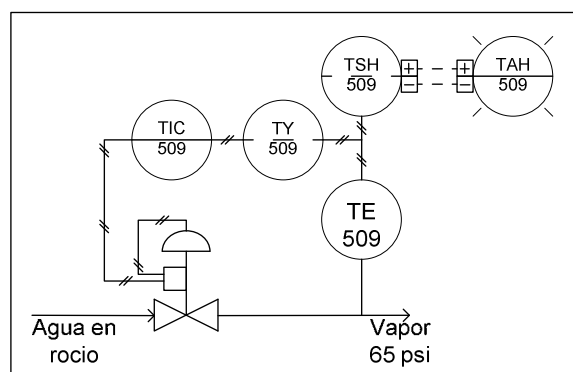
Para reducir el vapor de 650psig a 65 y 165psig se utilizan un lazo de control de presión y otro de temperatura para cada uno de los casos, en la figura 34 y la figura 35 podemos observar para el caso de 65psig como se realiza la reducción y en la figura 36 y la figura 37 se puede ver como es se hace la reducción para el caso de vapor de 165psig. Luego de estas reducciones esos cabezales de 65 y 165psig van a diferentes procesos de la caldera como se muestra en la figura 29.

Figura 34. Presión del vapor de 65psig.



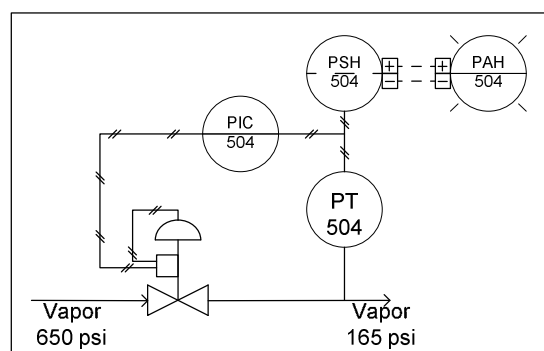
Para ver la ficha técnica de este lazo de control dirigirse al anexo F.

Figura 35. Temperatura del vapor de 65psig.



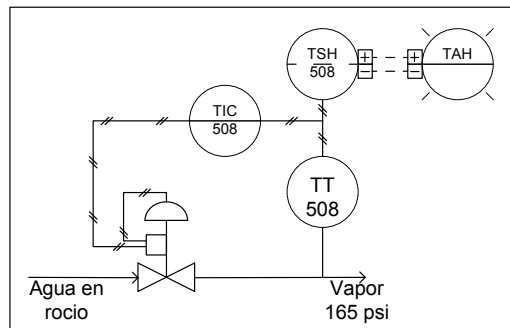
Para ver la ficha técnica de este lazo de control dirigirse al anexo F.

Figura 36. Presión del vapor de 165psig.



Para ver la ficha técnica de este lazo de control dirigirse al anexo G.

Figura 37. Temperatura del vapor de 165psig.

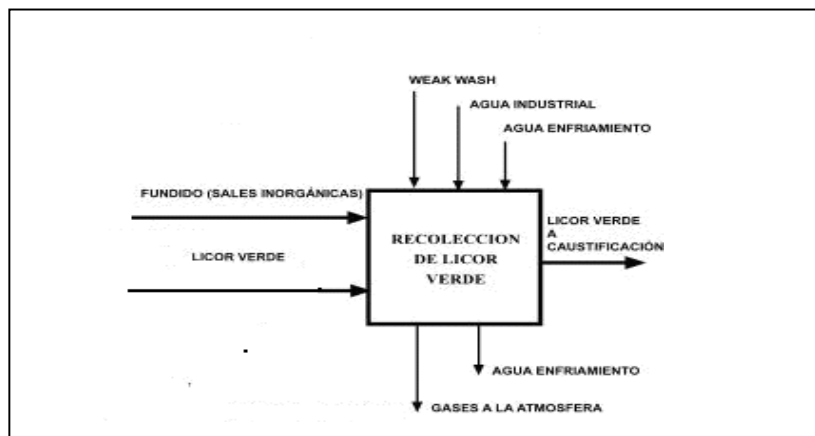


Para ver la ficha técnica de este lazo de control dirigirse al anexo G.

2.5 RECOLECCION DE LICOR VERDE

“Las materias inorgánicas del licor negro como combustible, son un compuesto de sales sódicas inorgánicas, derivadas de la materia no viva las cuales son recuperadas durante la combustión. El fundido es el carbonato de sodio fundido (Na_2CO_3) y derretido que fluye de la caldera y se mezcla con weak wash ó agua industrial en el tanque recolector (Dissolving Tank) para formar el licor verde. (Ver figura 38 y 39)”⁶.

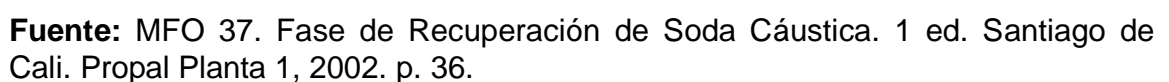
Figura 38. Diagrama funcional de bloques subfase de recolección de licor verde.



Fuente: Suárez Pérez, Manuel Gonzalo. Informe de instrumentos críticos de caustificación y Horno de cal e implementación de nuevos controles en caustificación. Santiago de Cali: Propal, 2007. p. 45

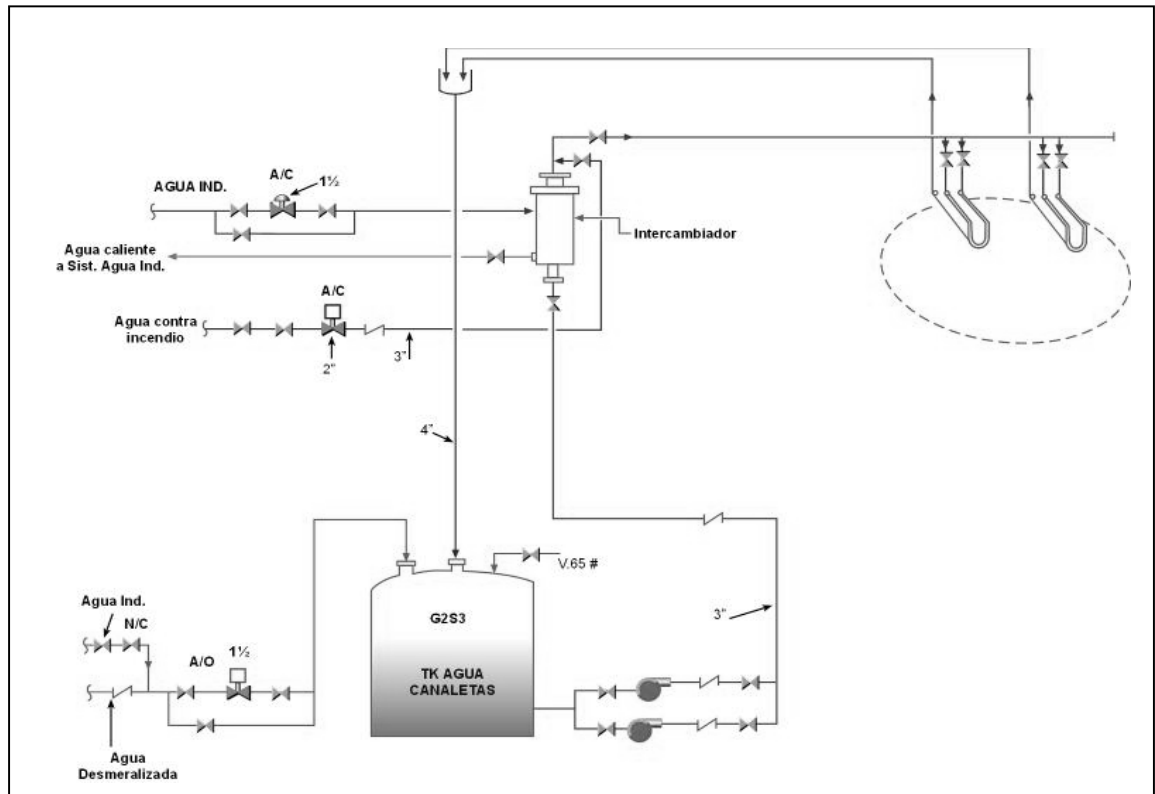
⁶ Ibíd., p. 45

Figura 39. Diagrama de proceso de Recolección de Licor verde.



El fundido fluye a través de las canaletas para llegar al tanque recolector. Las canaletas son unas cubetas inclinadas con cámara interna por donde pasa agua de enfriamiento debidamente tratada para evitar incrustaciones y/o corrosiones en las mismas. (Ver figura 41).

Figura 41. Diagrama de flujo de Agua Canaletas.

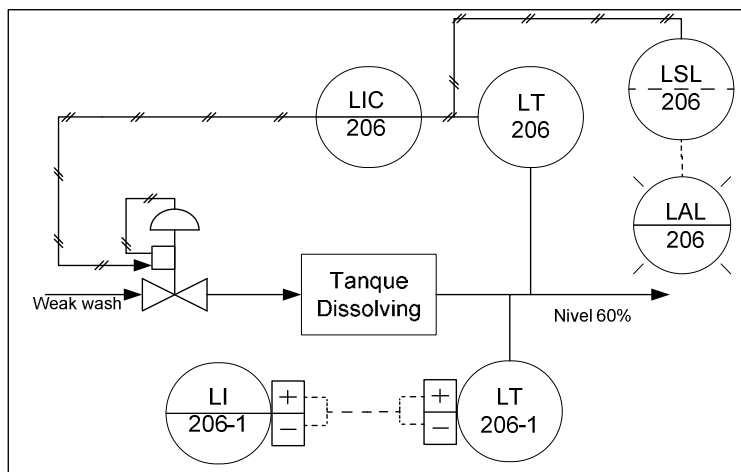


Fuente: MFO 37. Fase de Recuperación de Soda Cáustica. Santiago de Cali. Propal, 2002. p 37

2.5.1 Lazos de control del tanque de disolución (Dissolving Tank). “Para este tanque el único lazo de control es el de nivel que permite mantener un nivel adecuado y de igual manera que el fundido no caiga de manera violenta dentro del tanque debido al bajo nivel y se encuentra implementado como se puede apreciar en la figura 42”⁷.

⁷ Caldera. 2 ed. Santiago de Cali: Departamento de instrumentación, Propal , 2000. p. 19.

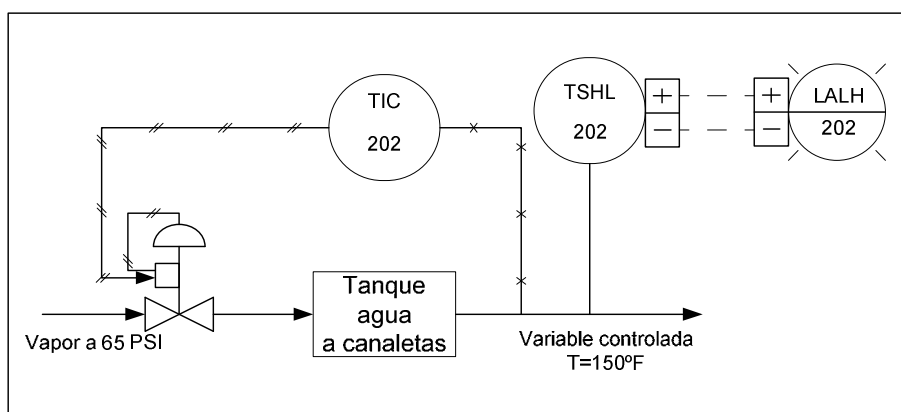
Figura 42. Diagrama de control de nivel del Dissolving Tank.



Para ver la ficha técnica de este lazo de control dirigirse al anexo G.

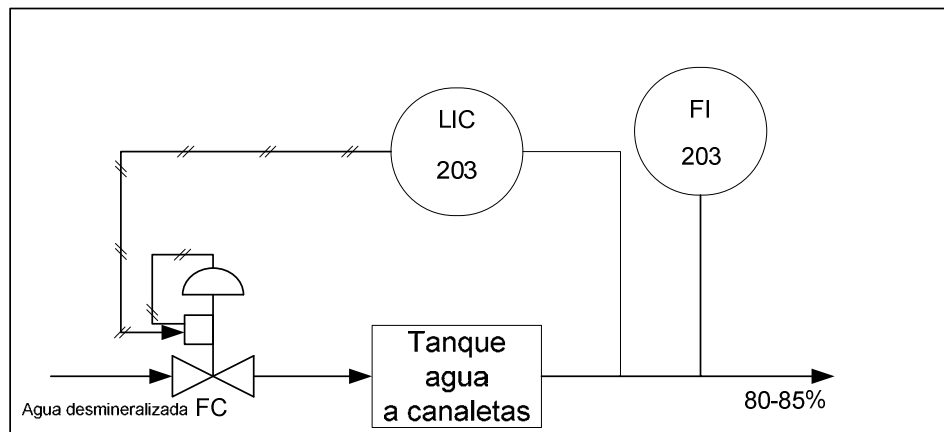
2.5.2 Lazos de control del tanque de agua a canaletas. Se tiene un lazo de control de temperatura que permite calentar el agua que va hacia las canaletas permitiendo el paso del vapor de 65 psi por medio de una valvula (ver figura 43), tambien se tiene un lazo de control de nivel que permite el paso de agua desmeneralizada o de agua industrial al tanque(ver figura 44).

Figura 43. Diagrama de control de temperatura del tanque de agua a canaletas.



Para ver la ficha técnica de este lazo de control dirigirse al anexo H.

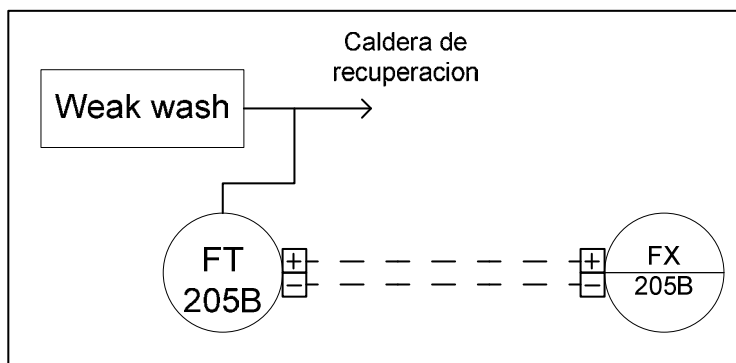
Figura 44. Diagrama de control de nivel del tanque de agua a canaletas.



Para ver la ficha técnica de este lazo de control dirigirse al anexo H.

El Weak Wash que es usado normalmente en este sistema en el momento se está integrando y se puede ver en el cuarto de control. El lazo se puede observar en la figura 45, este lazo de control ya ha sido actualizado por la empresa.

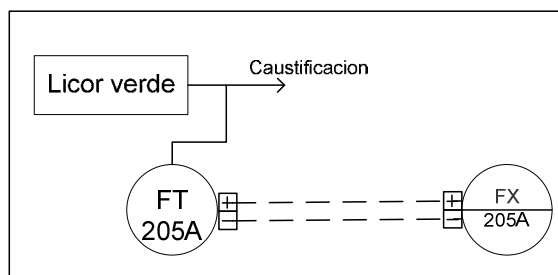
Figura 45. Diagrama de integración del flujo de Weak Wash.



Para ver la ficha técnica de este lazo de control dirigirse al anexo H.

Para conocer la cantidad de flujo que se manda de licor verde desde la caldera de recuperación hasta el área de caustificación se tiene un integrador que se puede ver en el cuarto de control. El diagrama se puede ver en la figura 46, este lazo de control ya ha sido actualizado por la empresa.

Figura 46. Diagrama de integración del flujo de licor verde.

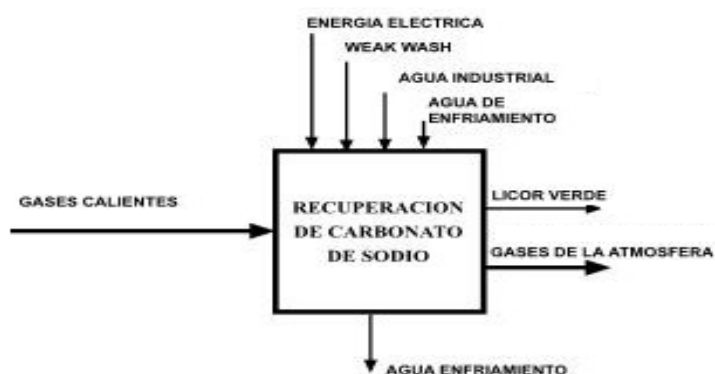


Para ver la ficha técnica de este lazo de control dirigirse al anexo H.

2.6 RECUPERACION DE CARBONATO DE SODIO.

En la subfase de Recuperación de carbonato de sodio, (licor verde) gran cantidad de pequeñas partículas de licor verde son arrastradas por los gases del tanque de disolución y retenidas en la malla del demister; otras partículas arrastradas por los gases de la combustión son recuperados en el precipitador mediante un mecanismo eléctrico y otras atrapadas en la tolva de cenizas; todas estas partículas son disueltas con weak wash o agua industrial y regresadas al tanque de disolución. En la figura 47 se puede ver el diagrama de los elementos que componen el proceso de recolección de carbonato de sodio⁸.

Figura 47. Diagrama en bloque del subsistema de recolección de carbonato de sodio.

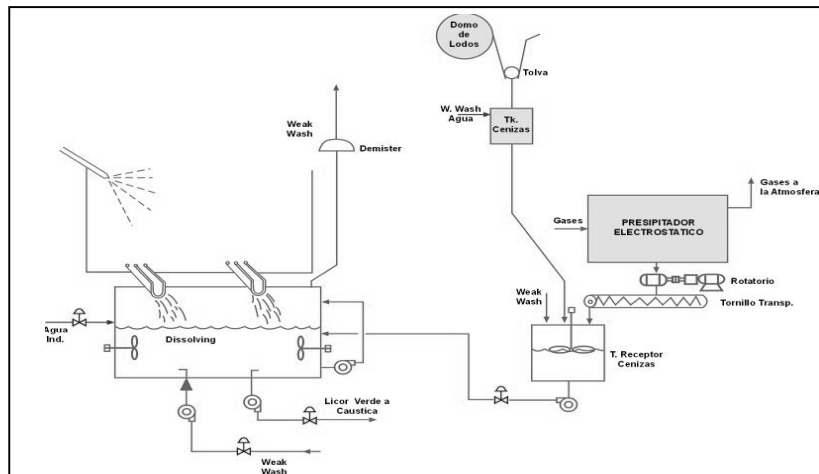


Fuente: Suárez Pérez, Manuel Gonzalo. Informe de instrumentos críticos de caustificación y Horno de cal e implementación de nuevos controles en caustificación. Santiago de Cali: Propa, 2007. p. 49 .

⁸ Ibíd., p. 24.

En la figura 48 se puede ver el flujo durante el proceso de recuperación de carbonato de sodio y donde los elementos de la figura 46 entran a ser parte del proceso y a mezclarse para lograr un óptimo trabajo.

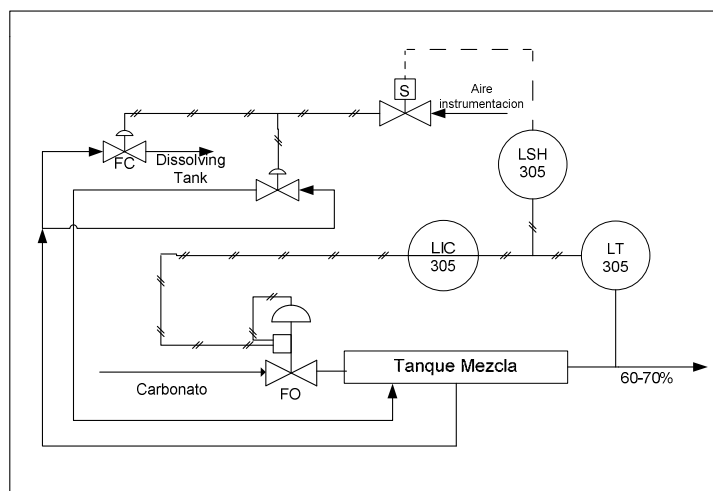
Figura 48. Diagrama de flujo Recuperación Carbonato.



Fuente: MFO 37. Fase de Recuperación de Soda Cáustica. Santiago de Cali: Propal, 2002. p 38

1.5.1. 2.6.1 Lazos de control del tanque de mezcla (Make Down Tank). Este tanque se encarga de recibir el carbonato que sale del precipitador, para este tanque en este momento se tiene un lazo de control de nivel y esta de la manera como se ve en la figura 49.

Figura 49. Control de nivel del tanque de mezcla.



Para ver la ficha técnica de este lazo de control dirigirse al anexo H.

Este es el proceso de todas las subfases en que se divide la caldera de recuperación de licor negro, junto a cada proceso se realizó un diagrama de cadena que fue elaborado con ayuda del levantamiento de información.

3. LAZOS DE CONTROL PRIORITARIOS.

3.1 INTRODUCCIÓN.

Al conocer bien el proceso de la caldera de recuperación de licor negro y todos los lazos de control asociados a el, vistos en el capítulo anterior, se determinó cuáles son los lazos más críticos para la empresa.

Se ha puesto como prioridad los siguientes lazos de control:

- Nivel del Evaporador Cascada.
- Nivel del Tanque de Mezcla (Make Down Tank).
- Nivel del Tanque Agua a Canaletas.
- Nivel del Tanque de Disolución (Dissolving Tank)
- Temperatura de Agua a Canaletas.
- Presión Diferencial Vapor – Crudo.
- Presión Crudo a Quemadores de Arranque.

Estos lazos son de gran importancia para el proceso, entre más eficientes sean mejoran la producción (recuperar soda cáustica); además se incrementa la seguridad en la zona.

Se desea registrar las siguientes señales:

- Flujo de gases de salida
- Nivel del tanque de desechos (Dump Tank)

En la caldera se ha estado disparando continuamente las válvulas de seguridad (para despresionar) del Superheater y han sufrido grandes daños, en la empresa se implementó un lazo de control de la presión del Superheater para evitar gastos con las válvulas de seguridad y así también aumentar la seguridad en la caldera.

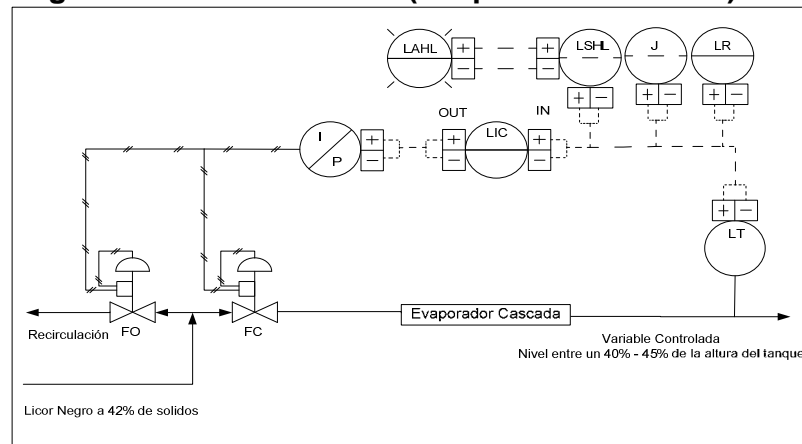
Sugerimos actualizar los lazos de control que están relacionados con el tiro inducido ya que son de gran importancia en el proceso pues la buena combustión dentro del hogar depende de ellos.

Al tener claro cuáles eran los lazos prioritarios se pidió cotizaciones de cableado y de la instrumentación correspondiente.

3.1.1 Evaporador Cascada. El actual lazo de control cumple con casi todas las especificaciones de la norma BLRBAC (ver anexo K.7, Numero 5), se sugiere registrar el nivel además del cambio de la instrumentación neumática por electrónica.

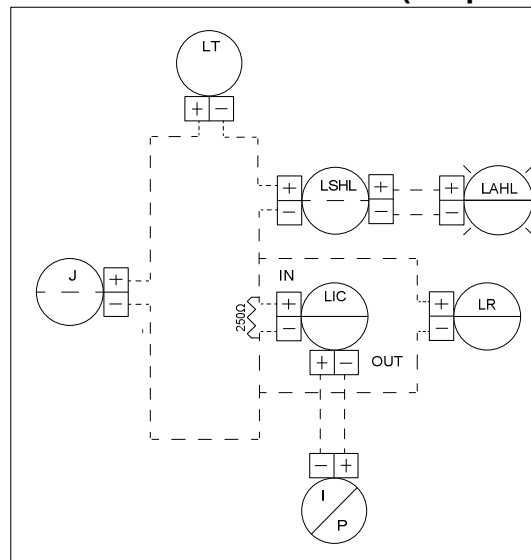
En la figura 50 se muestra el diagrama de control de nivel del evaporador cascada.

Figura 50. Diagrama Control del Nivel (Evaporador Cascada).



En la figura 51 se puede ver el circuito del lazo de control, muestra como van interconectados los diferentes elementos que lo componen.

Figura 51. Interconexión de Control del Nivel (Evaporador Cascada).

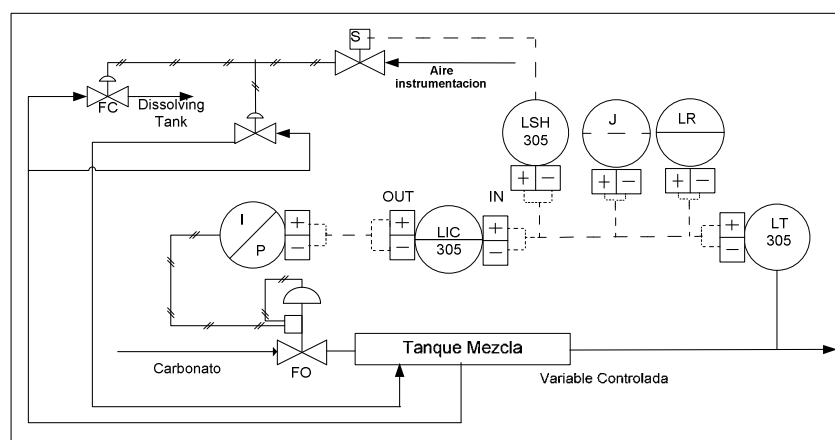


3.2 NIVEL DEL TANQUE DE MEZCLA (MAKE DOWN TANK).

Para cumplir con todas las especificaciones de la norma BLRBAC se sugiere registrar el nivel además del cambio de la instrumentación neumática por electrónica (ver anexo K.7, Numero 6).

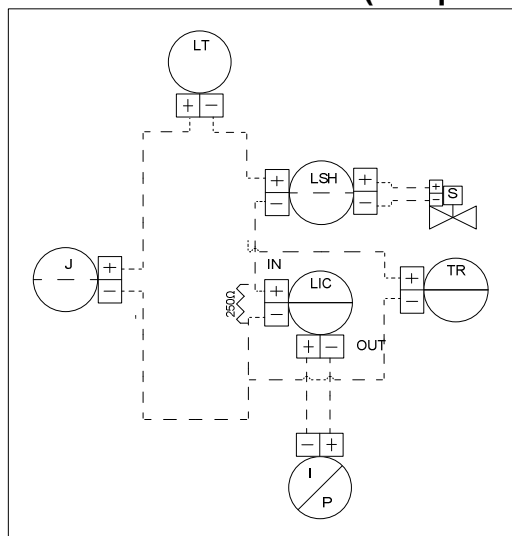
En la figura 52 se muestra el diagrama de control de nivel del tanque de mezcla.

Figura 52. Diagrama Control del Nivel (Tanque de Mezcla).



En la figura 53 se puede ver el circuito del lazo de control, muestra como van interconectados los diferentes elementos que lo componen.

Figura 53. Interconexión de Control del Nivel (Tanque de Mezcla).

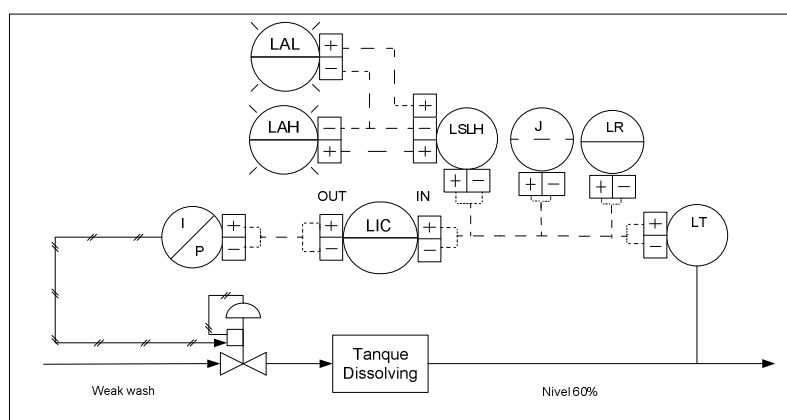


3.3 NIVEL DEL TANQUE DE DISOLUCIÓN (DISSOLVING TANK)

Para cumplir con todas las especificaciones de la norma BLRBAC se sugiere registrar la señal de nivel, se puede aprovechar el indicador Moore (ver anexo G, 16LI206-1) ya que este también registra, además se debe colocar una alarma por alto nivel del tanque (ver anexo K.7, Numero 6).

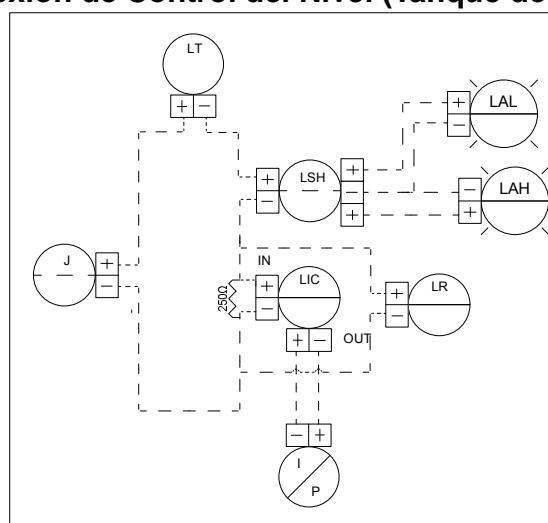
En la figura 54 se muestra el diagrama de control de nivel del tanque de disolución.

Figura 54. Diagrama Control del Nivel (Tanque de disolución).



En la figura 55 se puede ver el circuito del lazo de control, muestra como van interconectados los diferentes elementos que lo componen.

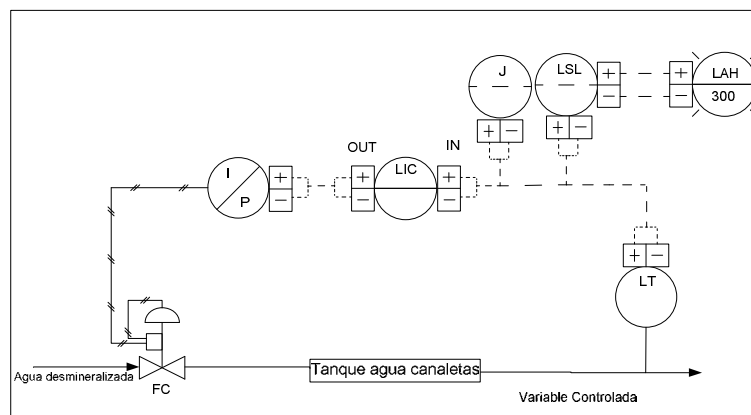
Figura 55. Interconexión de Control del Nivel (Tanque de Disolución).



3.4 NIVEL TANQUE AGUA A CANALETAS.

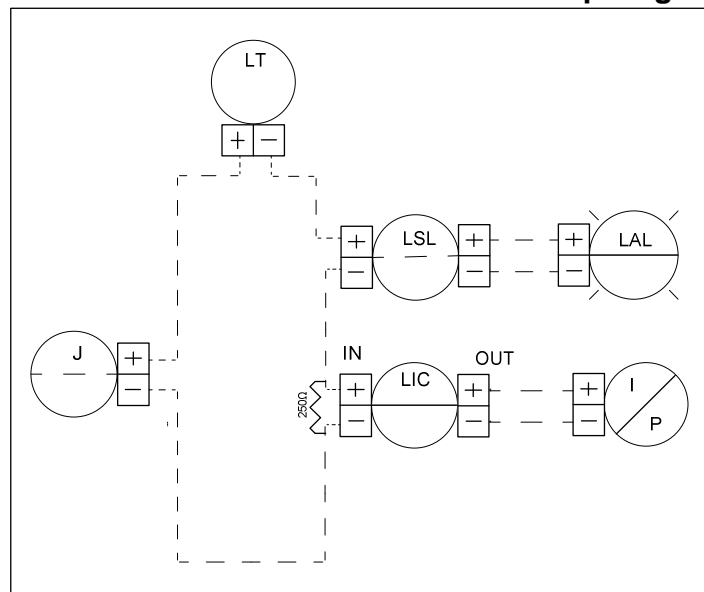
Este lazo de control debe tener un indicador y una alarma de bajo nivel para cumplir con las especificaciones de la norma BLRBAC (ver anexo K.6, Numero 4). En la figura 56 se puede ver el diagrama de control de nivel del tanque agua a canaletas.

Figura 56. Diagrama Nivel del tanque agua a canaletas.



En la figura 57 se puede ver el circuito del lazo de control, muestra como van interconectados los diferentes elementos que lo componen.

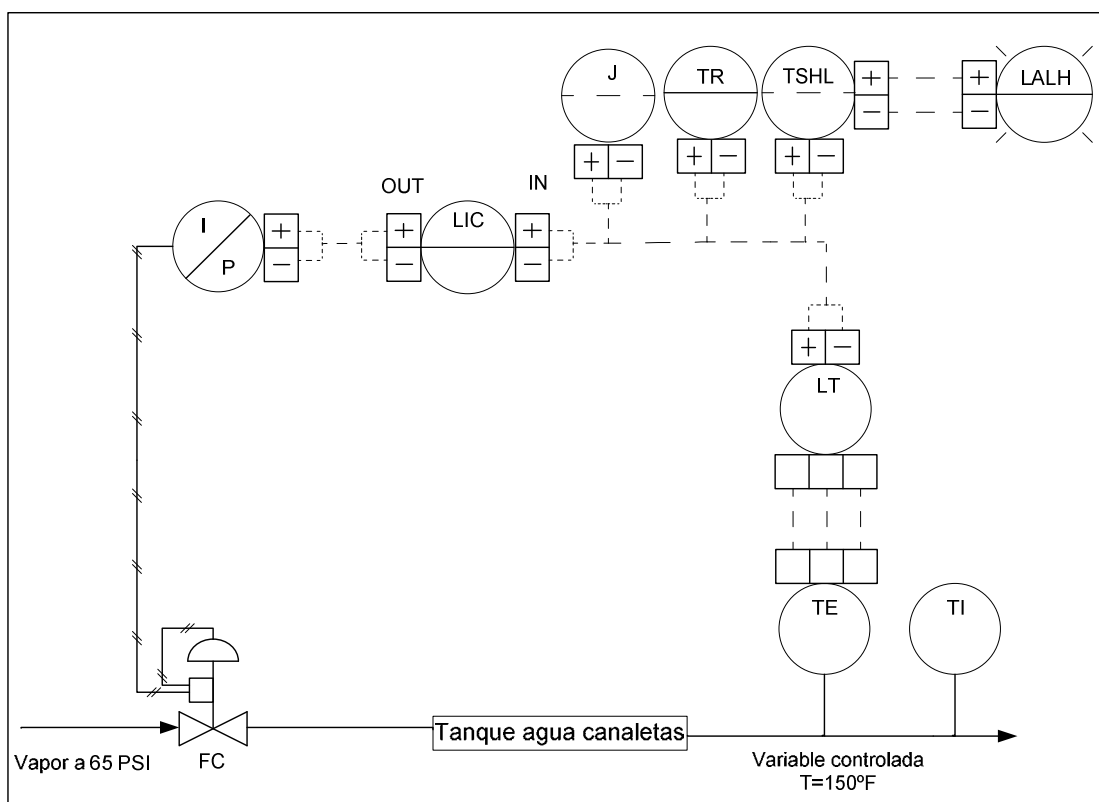
Figura 57. Interconexión del Control del Nivel del tanque agua a canaletas.



3.5 TEMPERATURA DEL TANQUE DE AGUA A CANALETAS.

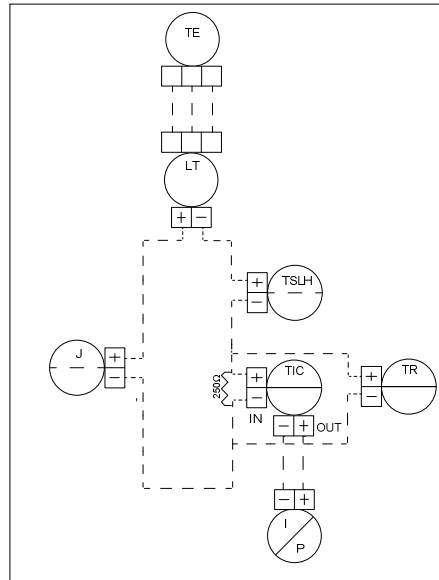
En la figura 58 se muestra el diagrama de control de nivel del tanque agua a canaletas. Este lazo de control debe registrar la temperatura y también tener un indicador local para cumplir con las especificaciones de la norma BLRBAC (ver anexo K.6, Numero 4).

Figura 58. Diagrama Control de temperatura del tanque agua a canaletas.



En la figura 59 se puede ver el circuito del lazo de control, muestra como van interconectados los diferentes elementos que lo componen.

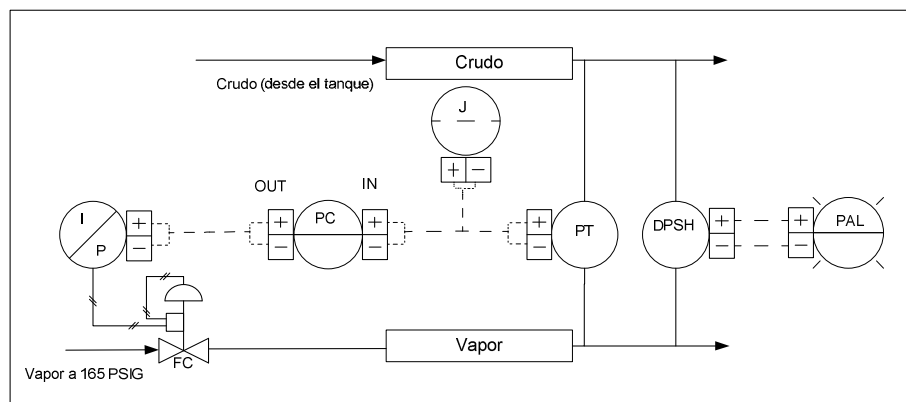
Figura 59. Interconexión del Control de la temperatura del tanque agua a canaletas.



3.6 PRESIÓN DIFERENCIAL CRUDO – VAPOR.

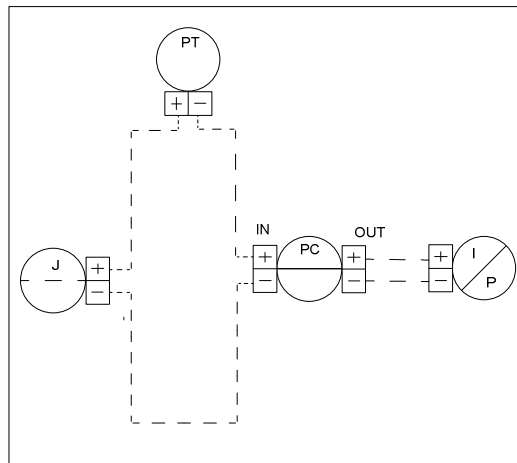
En la figura 60 se muestra el diagrama de control de nivel de presión diferencial crudo – vapor con instrumentación electrónica.

Figura 60. Diagrama Control de presión diferencial crudo-vapor.



En la figura 61 se puede ver el circuito del lazo de control, muestra como van interconectados los diferentes elementos que lo componen.

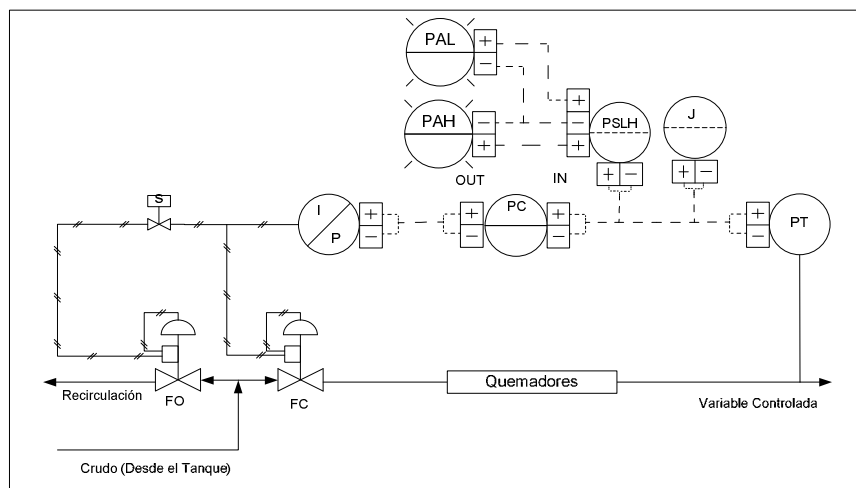
Figura 61. Interconexión del Control presión diferencial crudo-vapor.



3.7 PRESIÓN CRUDO A QUEMADORES DE ARRANQUE.

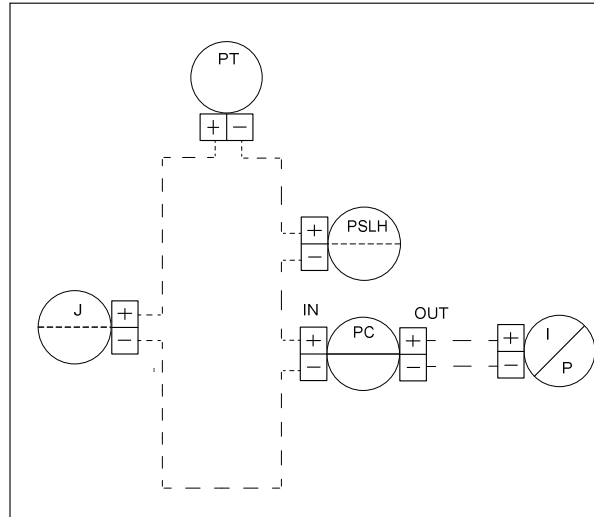
En la figura 62 se muestra el diagrama de control de presión de crudo a quemadores de arranque. Este lazo de control debe tener alta y baja presión para cumplir con las especificaciones de la norma BLRBAC (ver anexo K.6, Numero 4).

Figura 62. Diagrama Control de presión crudo a quemadores de arranque.



En la figura 63 se puede ver el circuito del lazo de control, muestra como van interconectados los diferentes elementos que lo componen.

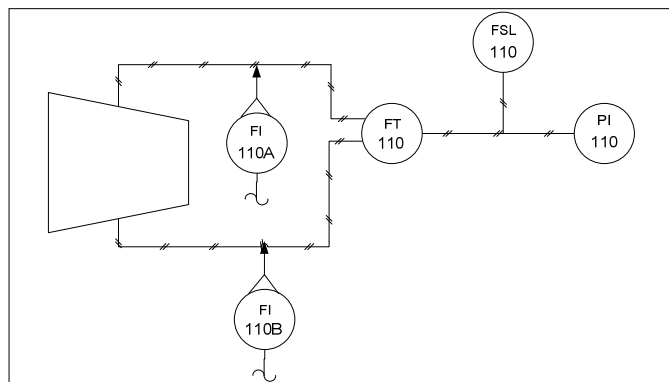
Figura 63. Interconexión del Control presión crudo a quemadores de arranque.



3.8 FLUJO DE GASES DE SALIDA.

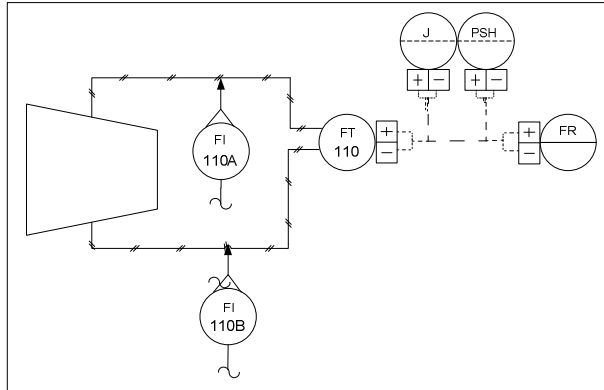
Actualmente a la salida de la chimenea tiene interlock por bajo flujo de gases, la figura 64 se puede ver el diagrama de cadena actual.

Figura 64. Diagrama de cadena. Flujo de gases salida.



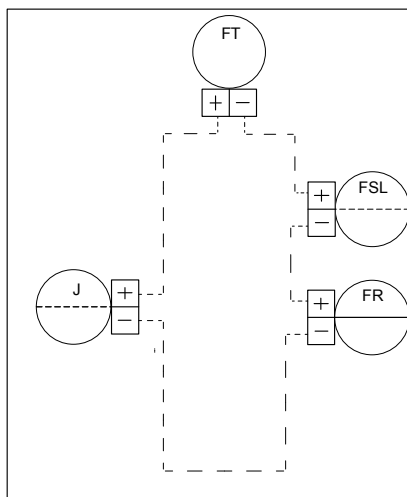
En la figura 65 se muestra el diagrama de cadena del flujo de gases de salida con instrumentación electrónica.

Figura 65. Diagrama de cadena. Flujo de gases.



En la figura 66 muestra como van interconectados los diferentes elementos que componen el diagrama de cadena, para indicar el flujo de gases de salida.

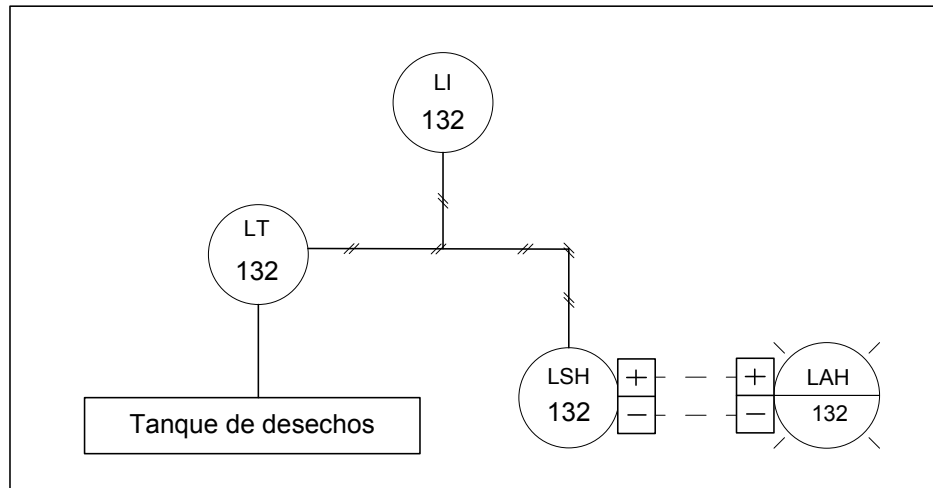
Figura 66. Interconexión de la indicación de flujo de gases de salida.



3.9 NIVEL DEL TANQUE DE DESECHOS (DUMP TANK).

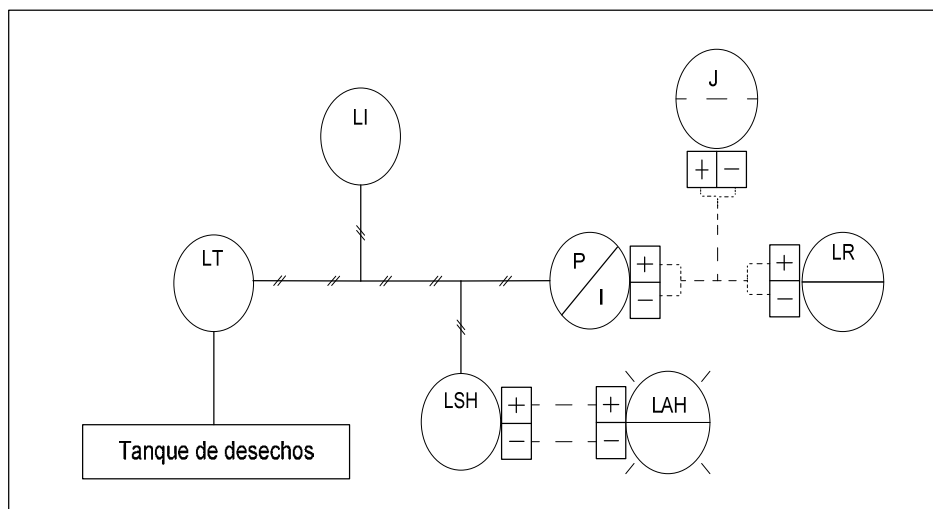
El tanque de desechos es el encargado de recibir el licor drenado desde el evaporador cascada, el tanque de mezcla primario y los grumos de licor de la caja de flujo. Este lazo solo tiene una indicación de alto nivel, la empresa desea registrarlo. La figura 67 muestra el diagrama de cadena actual del nivel del tanque de desechos.

Figura 67. Diagrama de cadena. Nivel tanque de desechos.



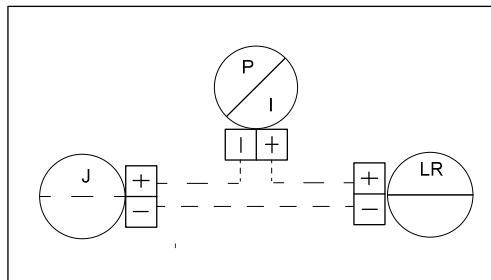
En la figura 68 muestra el diagrama de cadena para indicar el nivel del tanque de desechos (Dump Tank) con instrumentación electrónica.

Figura 68. Diagrama de cadena nivel del tanque de desechos.



En la figura 69 muestra como van interconectados los diferentes elementos que componen el diagrama de cadena, para indicar el nivel del tanque de desechos.

Figura 69. Interconexión de la indicación de nivel del tanque de desechos.

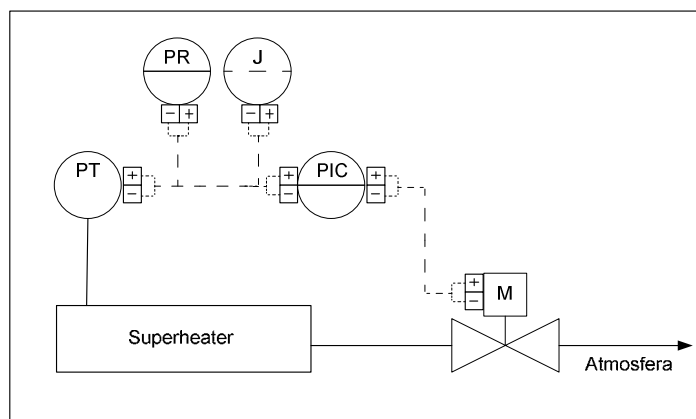


3.10 CONTROL PRESIÓN SUPERHEATER.

Durante el transcurso del desarrollo de nuestro proyecto implementamos un lazo de control para la presión del Superheater para evitar el disparo de las válvulas de seguridad (el punto de disparo es de 750 PSI), el rango de trabajo del lazo de control está entre 630 – 650 PSI.

En la figura 70 se muestra el diagrama de cadena para lazo de control de presión del Superheater.

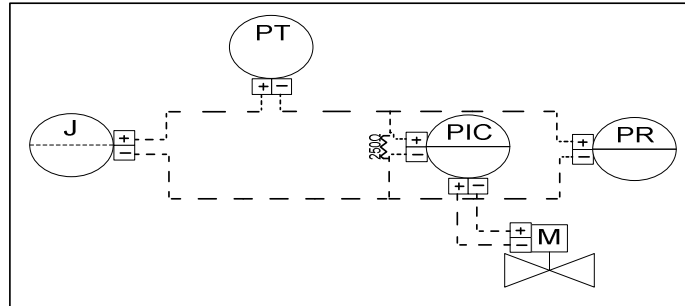
Figura 70. Control de presión del Superheater.



Se miró el stock de la empresa y se adquirió la instrumentación que se muestra en el anexo I.

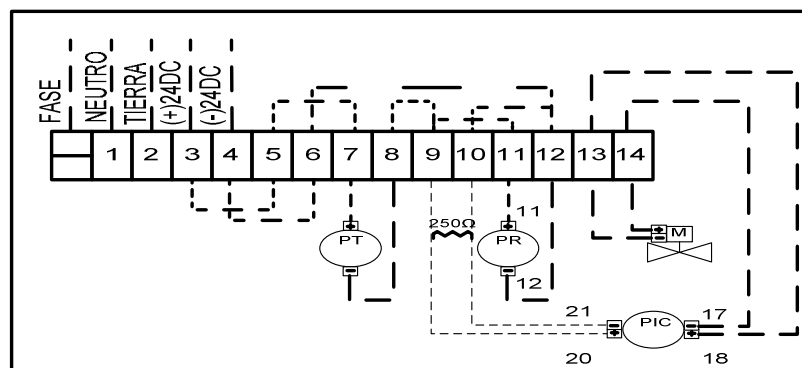
En la figura 71 muestra como van interconectados los diferentes elementos que componen este lazo de control.

Figura 71. Diagrama de interconexión del lazo de control presión del Superheater.



En la figura 72 se muestra el diagrama de bornera del lazo de control, ubicado en la parte posterior del panel.

Figura 72. Diagrama de bornera, control presión Superheater.



3.11 TEMPERATURAS DE LA CALDERA.

En la caldera de Recuperación De Licor Negro se toman medidas de temperaturas en 10 puntos diferentes del proceso, los cuales son:

- Temperatura del agua de alimentación (debe estar aproximadamente a 280°F).
- Temperatura del vapor de salida (debe estar aproximadamente a 750°F).
- Temperatura del aire de combustión (debe estar aproximadamente a 220°F).
- Temperatura a la salida del economizador (debe estar aproximadamente a 450°F).
- Temperatura de salida de la caldera (debe estar aproximadamente a 580°F).
- Temperatura del compartimiento 2 del Precipitador (debe estar aproximadamente a 230°F).
- Temperatura del compartimiento 1 del Precipitador (debe estar aproximadamente a 230°F).
- Temperatura del licor a quemadores (debe estar aproximadamente a 270°F).

- Temperatura del licor al cascada (debe estar aproximadamente a 210°F).
- Temperatura de los gases de combustión (debe estar aproximadamente a 300°F).

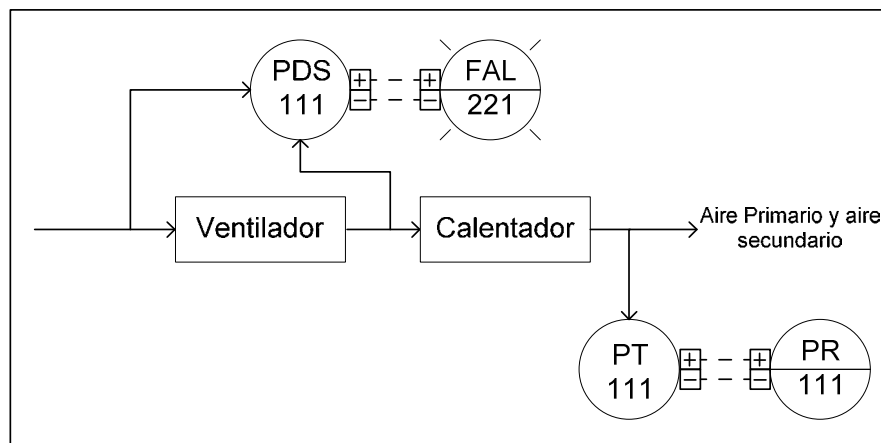
Al hacer el seguimiento de la norma BLRBAC (Anexo K) se encontró q estas temperaturas solo estaban siendo indicadas, la norma sugiere registrarlas. Se hizo la propuesta de registrar todas estas señales, la empresa pidió un registrador Siemens D300 (16 entradas); se configuro para que registrara las señales de las Termocuplas (tipo J, las cuales ya estaban instaladas en el campo).

3.12 PRESIÓN DEL TIRO FORZADO.

La norma dice que se debe controlar la presión del tiro forzado pero en este caso no es necesario por el diseño de la caldera ya que esta es muy antigua, por lo que la presión depende de los flujos de aire primario y secundario, se diseña un lazo de indicación de la presión.

El actual lazo cumple con casi todas las especificaciones de la norma BLRBAC (ver anexo K.2, Numero 2), se sugiere registrar la presión. En la figura 73 se muestra el diseño propuesto del lazo de indicación de presión del tiro forzado.

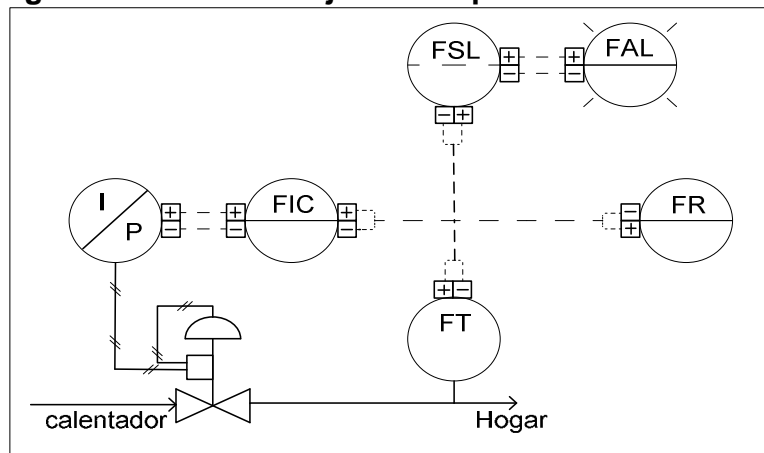
Figura 73. Indicación de presión del tiro forzado.



3.13 FLUJO DE AIRE PRIMARIO, SECUNDARIO Y TERCIARIO.

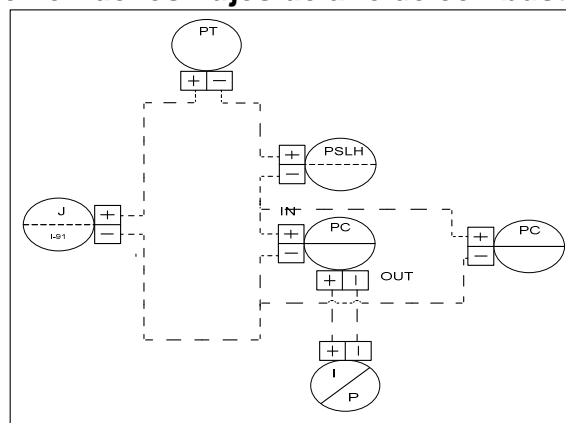
En la figura 74 muestra el lazo de control del flujo del aire primario, secundario y terciario (tienen el mismo diseño).

Figura 74. Diagrama de cadena flujo de aire primario.



En la figura 75 muestra como van interconectados los diferentes elementos que componen el diagrama de cadena de los flujos.

Figura 75. interconexión de los flujos de aire de combustión.



3.14 INVENTARIO DEL CABLEADO.

La caja de distribución (Junction Box) se va ubicar en el tercer piso, a esta caja llega todas las señales de los transmisores, válvulas y switches de los lazos de control críticos para la empresa. Se solicitó una cotización a la empresa Mega Ingeniería S.A. para realizar la instalación del cableado, el anexo L muestra la cotización.

Se verificó en el stock de la empresa los materiales necesarios para el cableado, encontramos que había en bodega algunos de estos materiales y pueden ser suministrados por Propal, los materiales son:

- Tubería conduit galvanizada de $\frac{3}{4}$ ".
- Tubería conduit galvanizada de 1".

- Tubería conduit galvanizada de 1 ¼"
- Canal estructurado.
- Cable 3x18 + 1.
- Cable de 24 pares calibre 16.
- Borneras PHOENIX CONTACT UK 5

Se solicitó una segunda cotización a la empresa Mega Ingeniería S.A. omitiendo los materiales anteriores para realizar la instalación del cableado, el anexo M muestra la cotización 2.

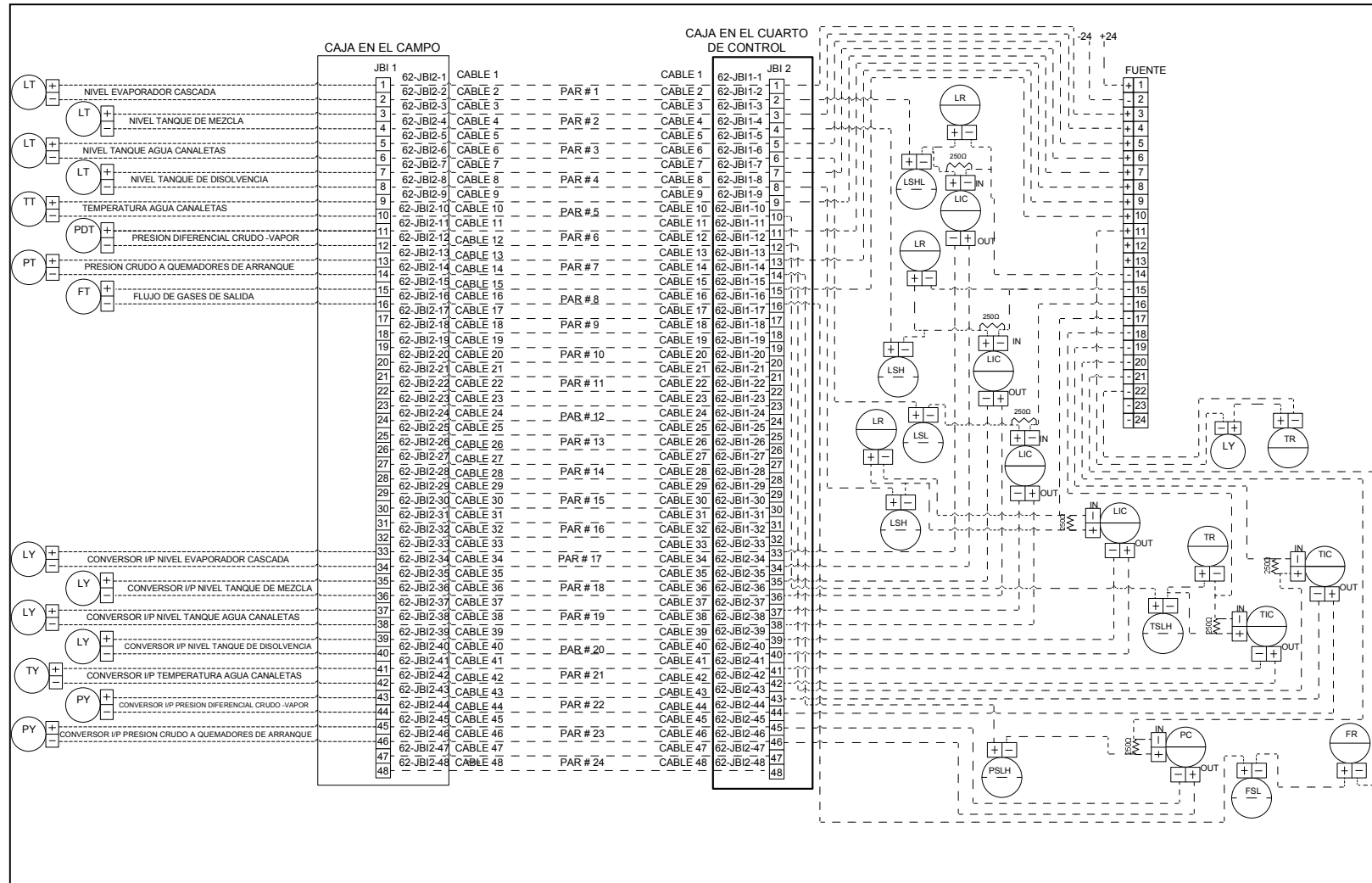
3.15 INVENTARIO DE TRANSMISORES.

Se busco en el stock de la empresa convertidores de señal y transmisores que cumplieran con las diferentes características y se adecuaran a la medición en el campo, el anexo N muestra la inversión que se debe hacer en los convertidores de señal y en transmisores de los lazos de control prioritarios para la empresa.

3.16 DIGRAMA DE LA JUNTION BOX (TEMPORAL).

Se realizo un diagrama de conexión temporal de la Junction Box (caja de empalme) en donde solamente se verían involucrados los primeros 9 lazos vistos en este capítulo. El diagrama de conexión se puede ver en la figura 76.

Figura 76. Interconexión de los lazos críticos.



4. DIAGRAMAS ELECTRÓNICOS PARA LOS LAZOS DE CONTROL SECUNDARIOS

4.1 INTRODUCCIÓN

Además de los lazos vistos en el capítulo 1 y el capítulo 3 existe otro lazo de control de nivel del tanque de purga continua (expuesto a continuación), que de alguna forma está asociado a todo el proceso pero no forma parte de los 5 subsistemas. Mas adelante, se mostraran los lazos de control actualizados electrónicamente como propuestas propias guiándonos con la ayuda de las normas BLRBAC y que no se colocaron en el capítulo 3 debido a que no son tan críticos.

4.2 NIVEL DEL TANQUE DE PURGA CONTINUA

Como primer lazo esta el control de nivel del tanque de purga continua que es un control local y se muestra en la figura 77 y en el anexo J se muestra la ficha técnica de la instrumentación actual para este lazo de control, luego está la forma como se propone que quede electrónicamente el lazo de control se puede ver en la figura 78.

Figura 77. Diagrama de control del nivel del tanque de purga continúa.

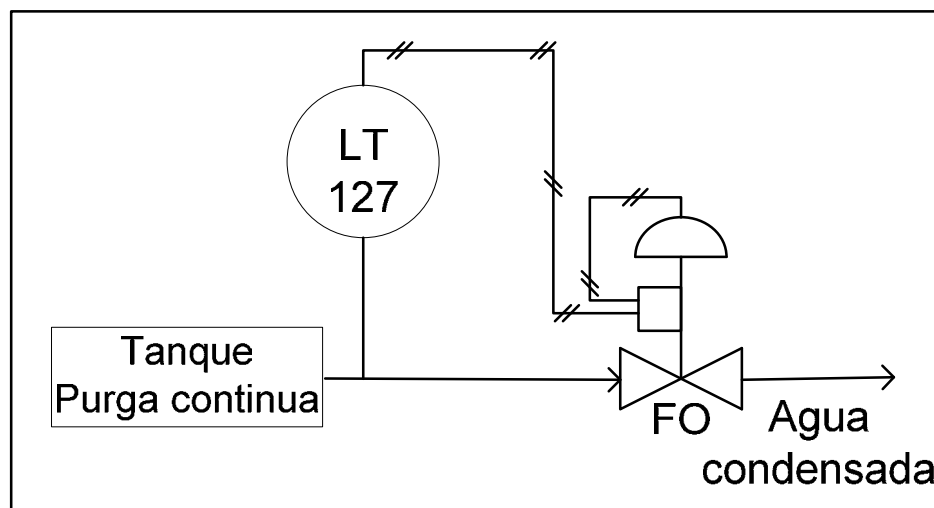
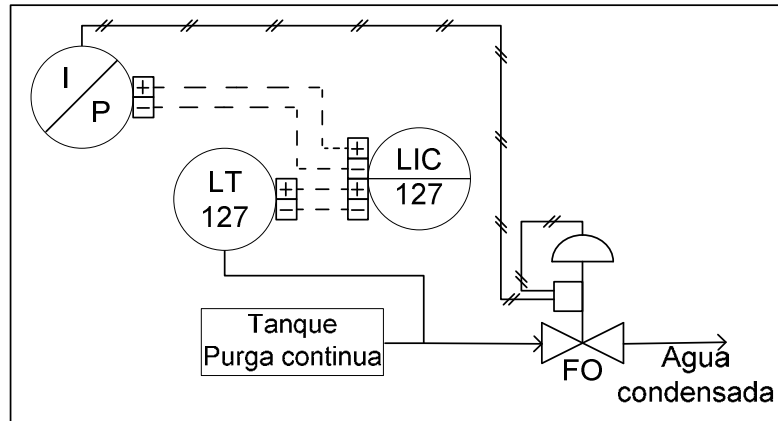


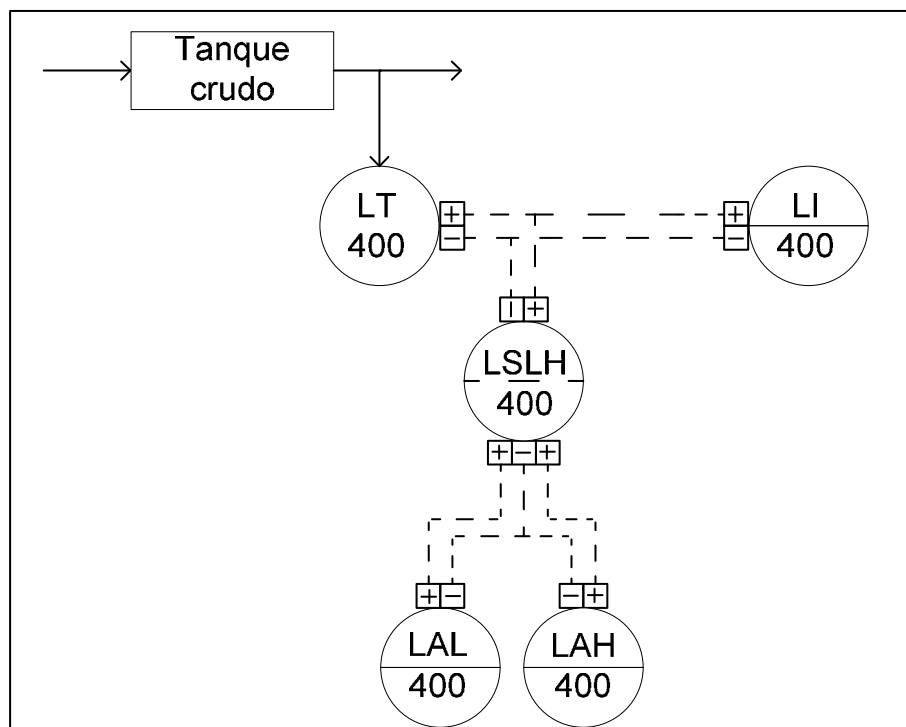
Figura 78. Diagrama de control del nivel del tanque de purga continúa.



4.3 NIVEL DEL TANQUE DE CRUDO

En la figura 79 se muestra el diagrama de control del nivel del tanque de crudo con instrumentación electrónica.

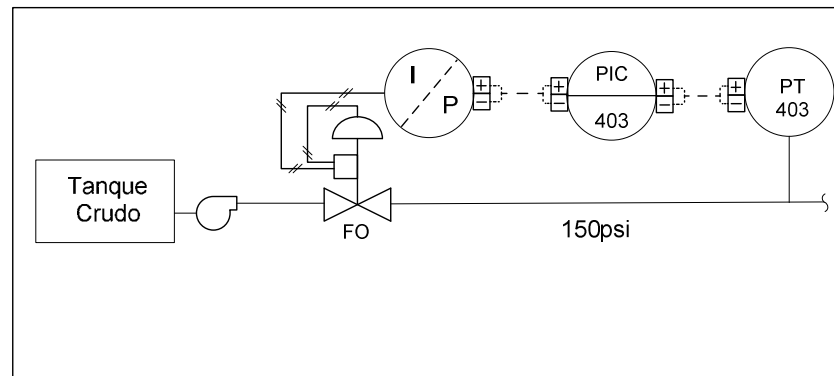
Figura 79. Diagrama de control del nivel del tanque de crudo.



4.4 PRESIÓN DEL CRUDO A LA SALIDA DEL TANQUE.

En la figura 80 se puede observar el diagrama de control con instrumentación electrónica.

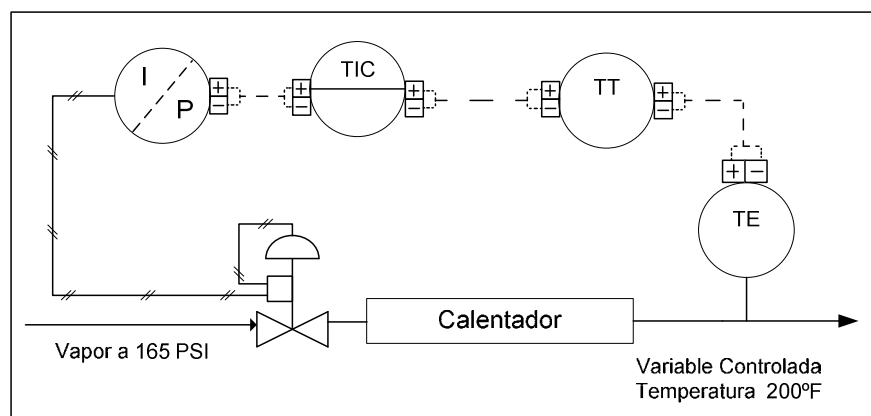
Figura 80. Diagrama de control de la presión del crudo a la salida del tanque.



4.5 TEMPERATURA DEL CRUDO A LA SALIDA DEL TANQUE.

En la figura 81 está el diagrama electrónico para la temperatura del crudo a la salida del tanque.

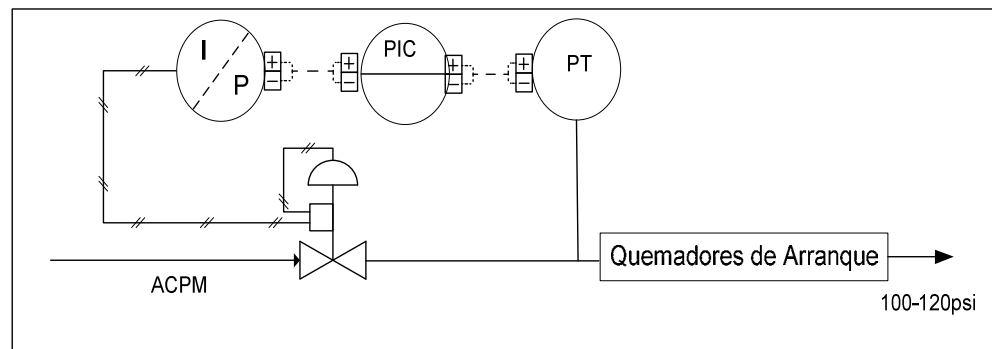
Figura 81. Diagrama de control de la temperatura del crudo a la salida del tanque.



4.6 PRESIÓN ACPM A QUEMADORES DE ARRANQUE.

En la figura 82 está el diagrama electrónico para el lazo de control.

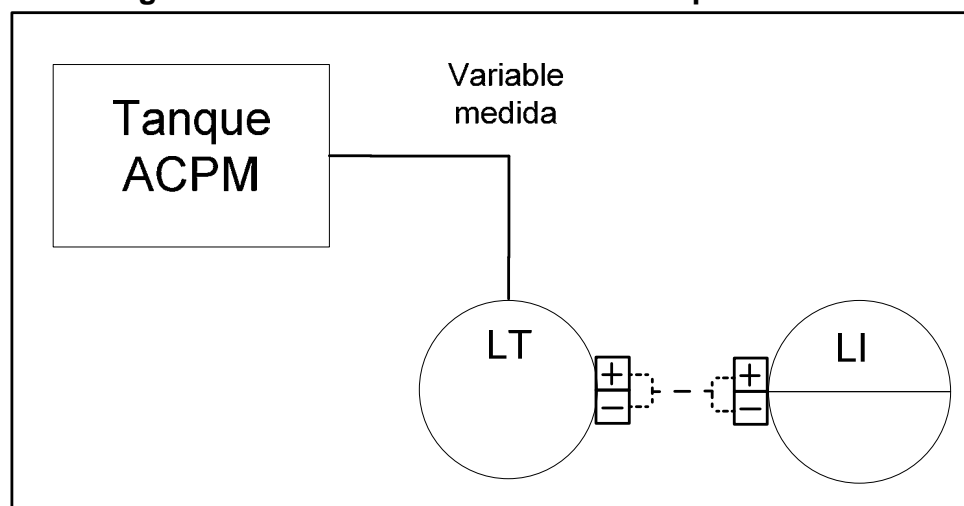
Figura 82. Diagrama de control de presión de ACPM a quemadores de arranque.



4.6 NIVEL DEL TANQUE DE ACPM.

La figura 83 muestra este lazo de indicación en forma electrónica para el nivel del tanque de ACPM.

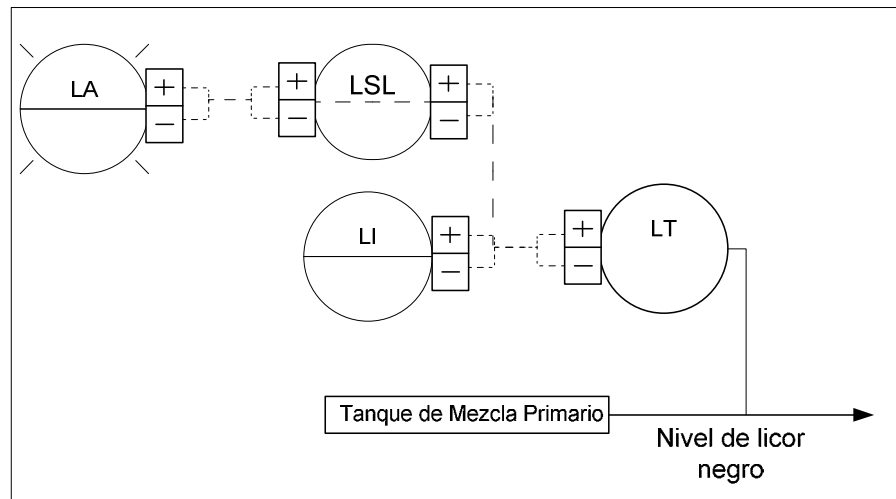
Figura 83. Diagrama de indicación del nivel del tanque de ACPM.



4.8 NIVEL TANQUE DE MEZCLA PRIMARIO.

En la figura 84 está el diagrama electrónico para el lazo de control.

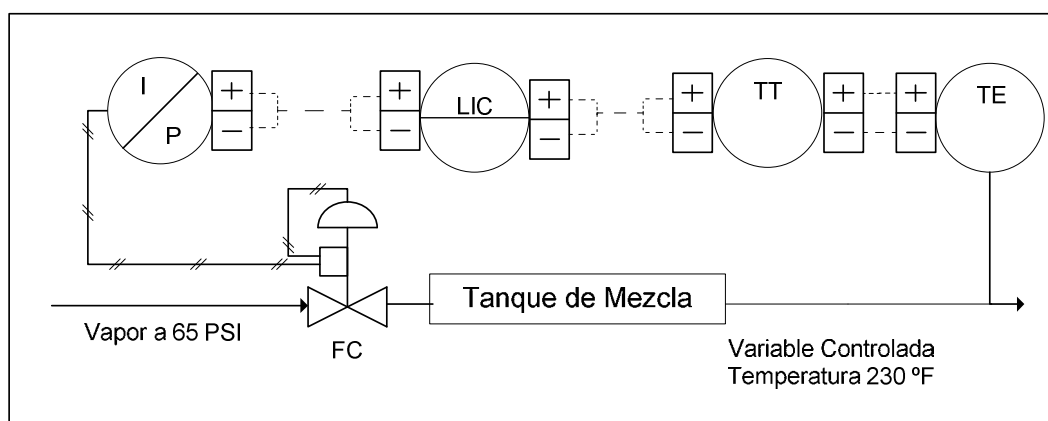
Figura 84. Diagrama de control del nivel del tanque de mezcla primario.



4.9 TEMPERATURA TANQUE DE MEZCLA PRIMARIO.

En la figura 85 está el diagrama electrónico para el lazo de control.

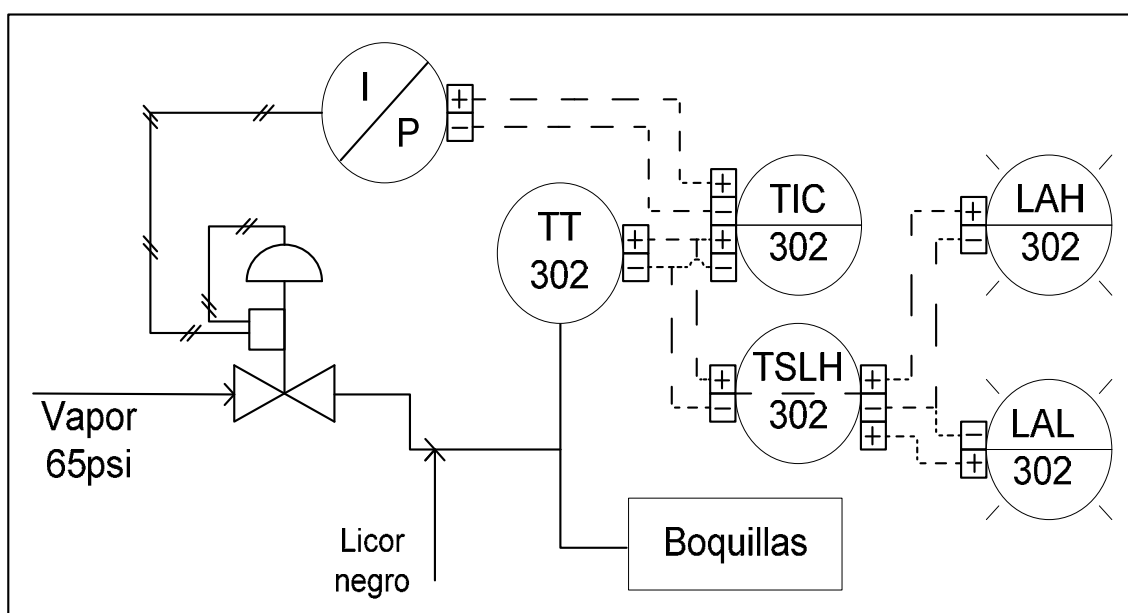
Figura 85. Diagrama de control de la temperatura tanque de mezcla primario.



4.10 TEMPERATURA DE LICOR NEGRO A BOQUILLAS

Luego de salir el licor negro del tanque de mezcla primario esta va hasta unas bombas que permiten llegar al licor de una manera constante a los quemadores, luego de salir de las bombas se controla por última vez la temperatura para que finalmente sea atomizado junto con vapor, el lazo de control propuesto por nosotros se puede apreciar en la figura 86.

Figura 86. Diagrama de control de temperatura de licor negro a boquillas.

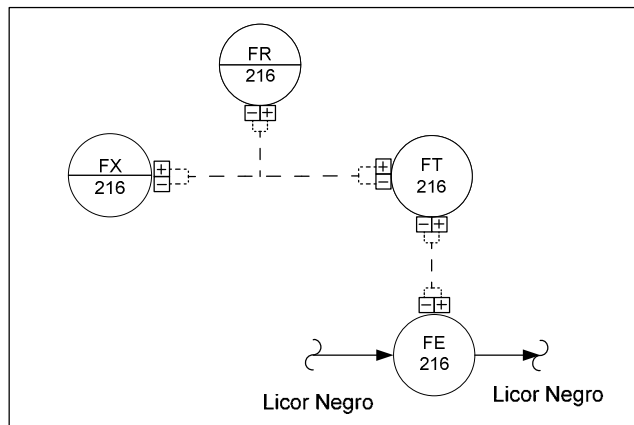


4.11 FLUJO DE LICOR NEGRO A BOQUILLAS.

En la norma BLRBAC dice que debe haber un control del flujo (ver anexo K.7, numeral 10) de licor negro al hogar, actualmente este control depende del control de presión de licor a boquillas, por lo que solo se indica el flujo.

En la figura 87 se muestra una mejora del lazo para completar los requerimientos de la norma.

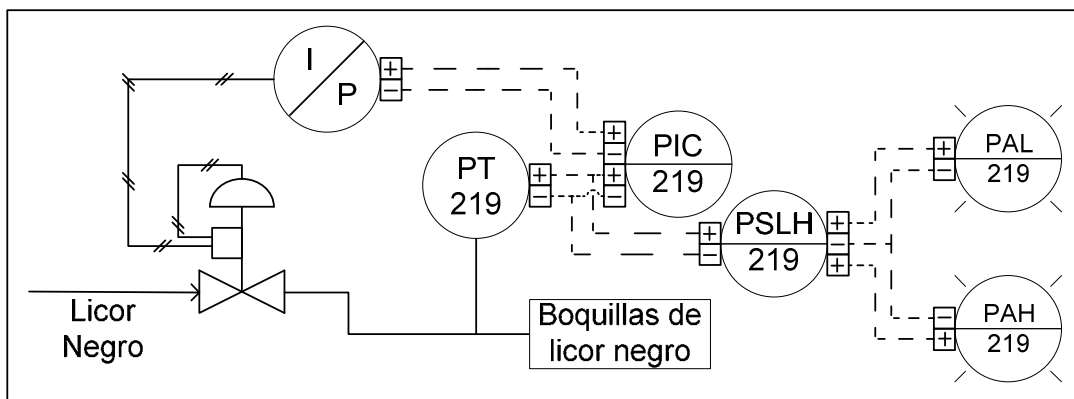
Figura 87. Diagrama de indicación del flujo de licor negro a boquillas.



4.12 PRESIÓN DE LICOR NEGRO A BOQUILLAS.

Además de controlar la temperatura del licor negro a boquillas que proviene de las bombas de suministro también se hace control de presión la propuesta que nosotros hacemos para este lazo esta en la figura 88.

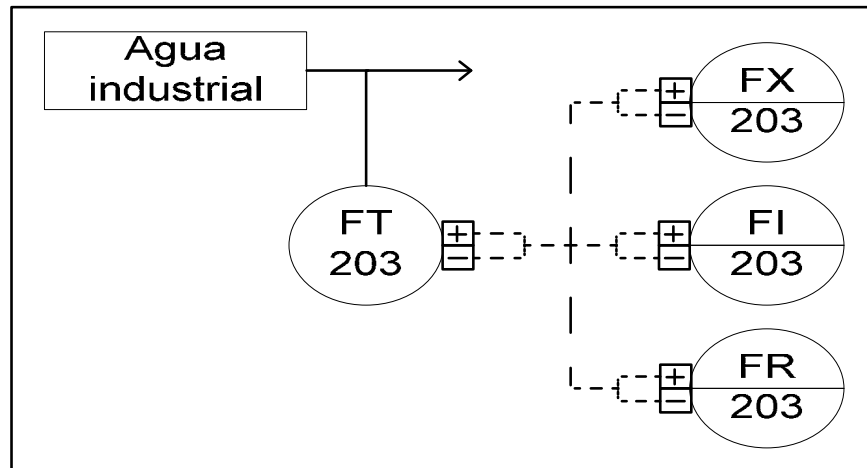
Figura 88. Diagrama de control de presión de licor negro a boquillas.



4.13 FLUJO DE AGUA INDUSTRIAL.

El agua industrial es usado en los subsistemas de recolección de licor negro, recuperación de carbonato de sodio y la recolección de licor verde y sus funciones han sido explicadas en el capítulo 1, en la figura 89 se muestra la propuesta de cómo debería quedar electrónicamente el lazo del flujo de agua industrial.

Figura 89. Diagrama de control del flujo de agua industrial.



4.14 PRESIÓN Y TEMPERATURA DE VAPOR DE 65PSI.

En la figura 90 y la figura 91 se pueden ver los diagramas que son propuesta nuestra para el control de presión y el control de temperatura respectivamente.

Figura 90. Diagrama de presión de vapor de 65psi.

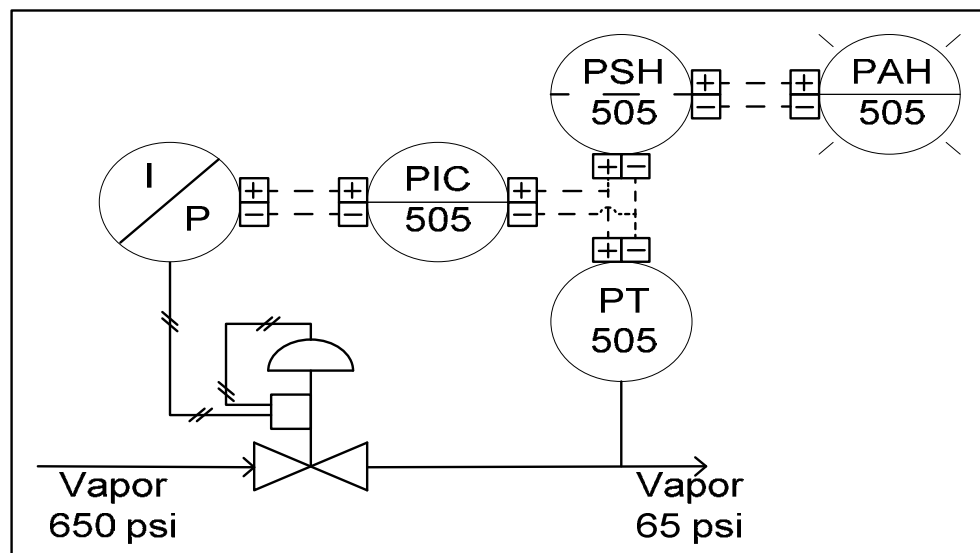
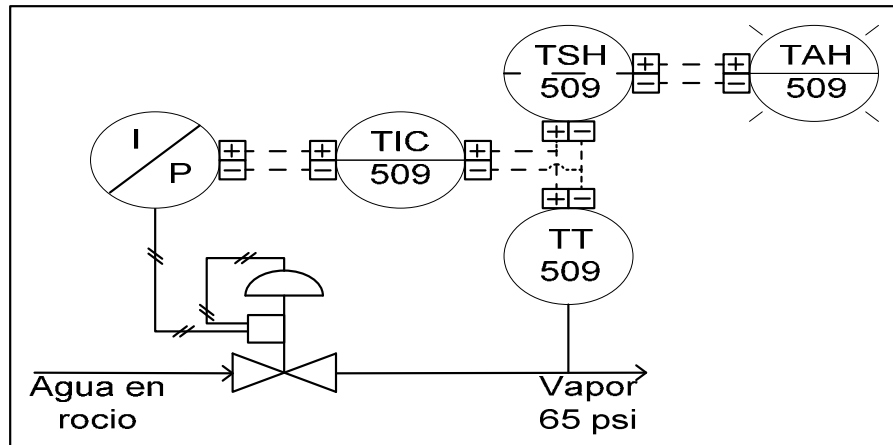


Figura 91. Diagrama de Temperatura de vapor de 65psi.



4.15 PRESIÓN Y TEMPERATURA DE VAPOR DE 165PSI.

En la figura 92 y la figura 93 se pueden ver los diagramas para el control de presión y el control de temperatura respectivamente.

Figura 92. Diagrama de presión de vapor de 165psi.

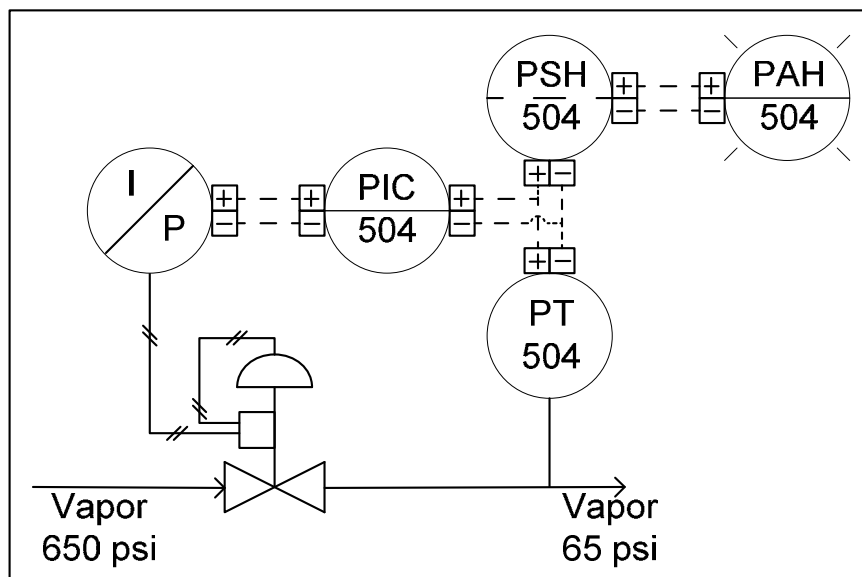
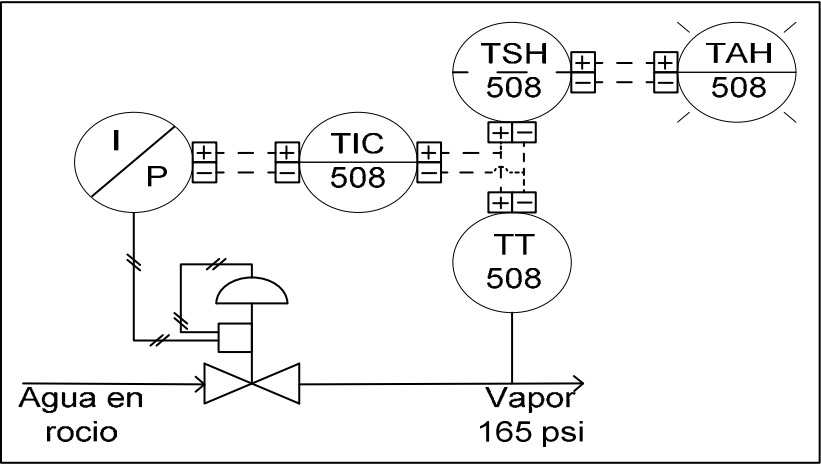


Figura 93. Diagrama de Temperatura de vapor de 165psi.



5. DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE LOS MODULOS I/O ALLEN-BRADLEY PARA LA RED DE CONTROL DE LA CALDERA

5.1 INTRODUCCIÓN.

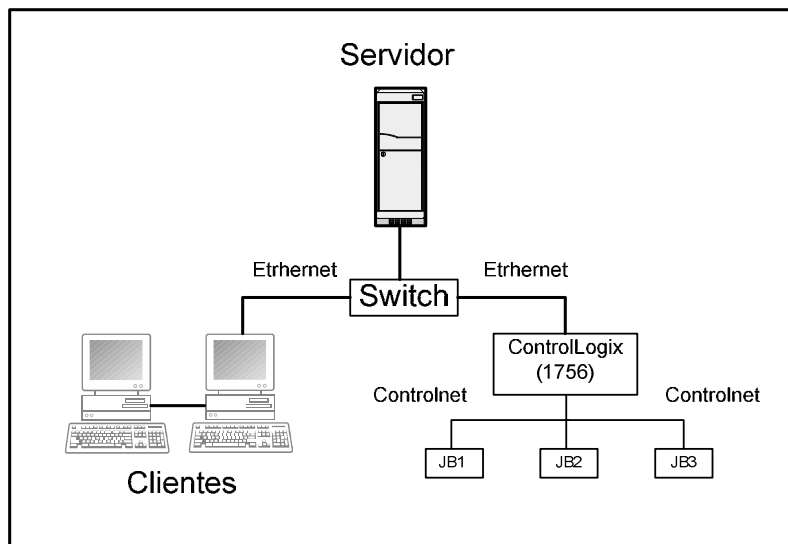
En la caldera de Recuperación de Licor Negro de Propal Planta 1 se requiere implementar un sistema en el cual las funciones de control y administración estén dispersas a través de la planta, por lo que se implementará una red de control en la caldera de recuperación.

5.2 RED DE CONTROL.

Se implementará una plataforma de comunicación con la tecnología Allen Bradley, esta plataforma fue impuesta por el área de control de procesos de Propal, constara de una Red Ethernet TCP/IP, red de área local diseñada para el intercambio a alta velocidad de información entre las computadoras y los dispositivos asociados, y una Red Controlnet, red abierta de alta velocidad que se usa para transmitir información de tiempo critico; proporciona los servicios de control y transmisión de mensajes en tiempo real para la comunicación de dispositivos similares⁹.

En la figura 94 esta la estructura de la plataforma de comunicación.

Figura 94. Estructura de la plataforma de comunicación de la Caldera de Recuperación.

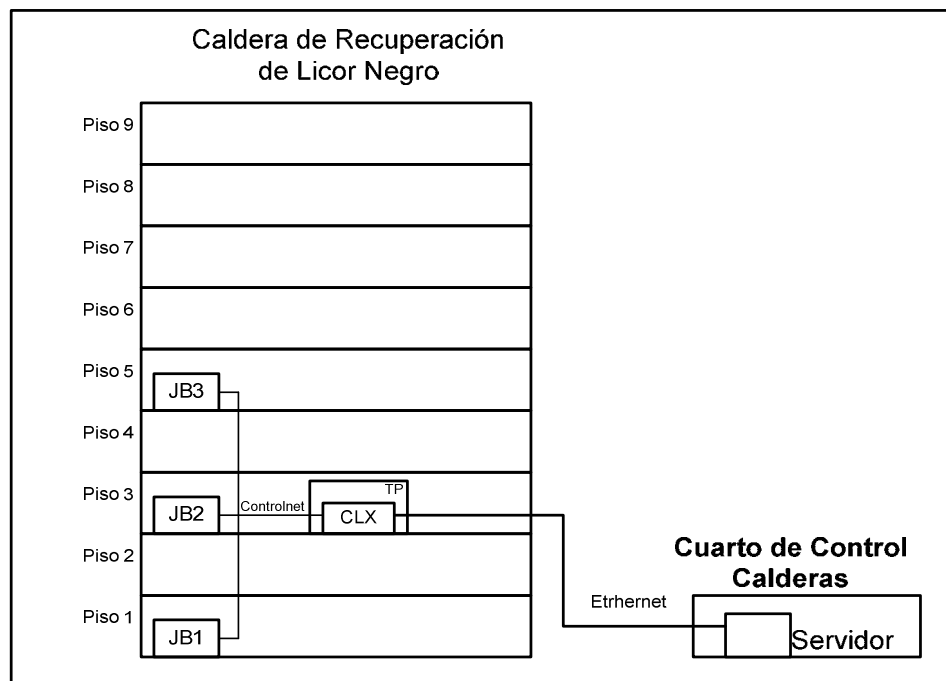


⁹ Flex I/O (catalogo 1794). Guadalajara: Rockwell Automation, 1996. p. 1

Luego de que Propal diera a conocer la estructura de la plataforma de comunicación de la caldera de recuperación, ésta se distribuyó en tres cajas de empalmes (Junction Box), ubicadas en los pisos 1,3 y 5 para que abarcara la totalidad de la instrumentación; además se realizaron los bosquejos de cómo serían los diferentes módulos I/O de cada una de las cajas teniendo en cuenta cada una de las señales de entradas y salidas identificadas.

En la figura 95 se muestra la distribución de la plataforma de comunicación en el campo, se determina las ubicaciones de las cajas (JBX) a las cuales llegarán las señales de los transmisores y entrarán a los módulos Flex I/O, sistema de E/S (Entradas/Salidas) flexible, de bajo costo y modular para aplicaciones distribuidas que ofrece todas las funciones de sistemas de E/S de mayor capacidad, basados en Racks, sin los requisitos de espacio que éstos necesitan. Con el sistema FLEX I/O, se puede seleccionar independientemente el tipo de E/S que satisfaga las necesidades de cada aplicación.

Figura 95. Distribución de la plataforma de comunicación en el campo.



Según la distribución, “a red de control tiene sus tres cajas de empalmes en los pisos 1, 3 y 5. Para el piso 1 la caja de empalme constará de 4 módulos FLEX I/O, dos de ellos para entradas análogas (1794-IE8) ver figura 96 y figura 97, uno para salidas análogas (1794-OE12), ver figura 98 y el ultimo para entradas digitales (1794-IB8), ver figura 99”.

Figura 96. Entradas analógicas para la caja de empalmes #1(nodo 1) y modulo (1794-IE8 SLOT 00).

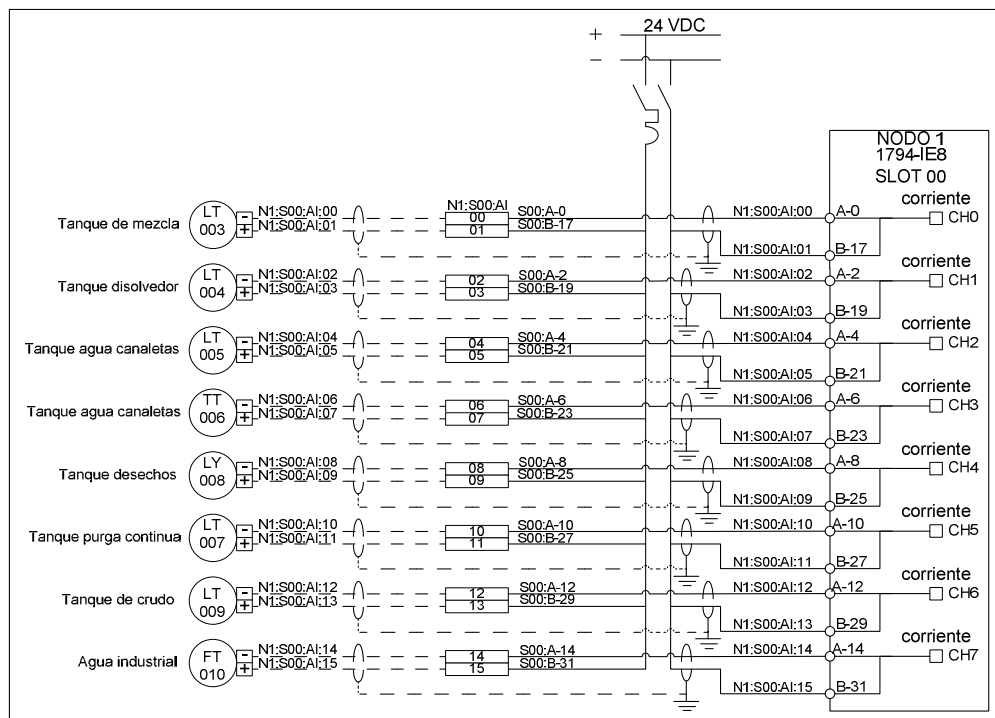


Figura 97. Entradas analógicas para la caja de empalmes #1(nodo 1) y modulo (1794-IE8 SLOT 01).

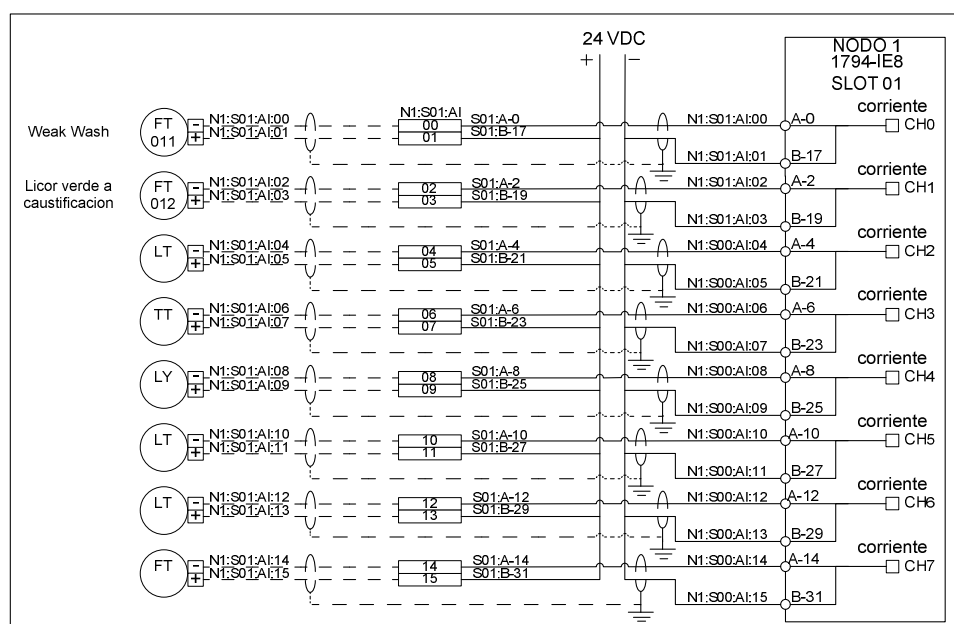


Figura 98. Salidas analógicas para la caja de empalmes #1(nodo 1) y modulo (1794-OE12 SLOT 02).

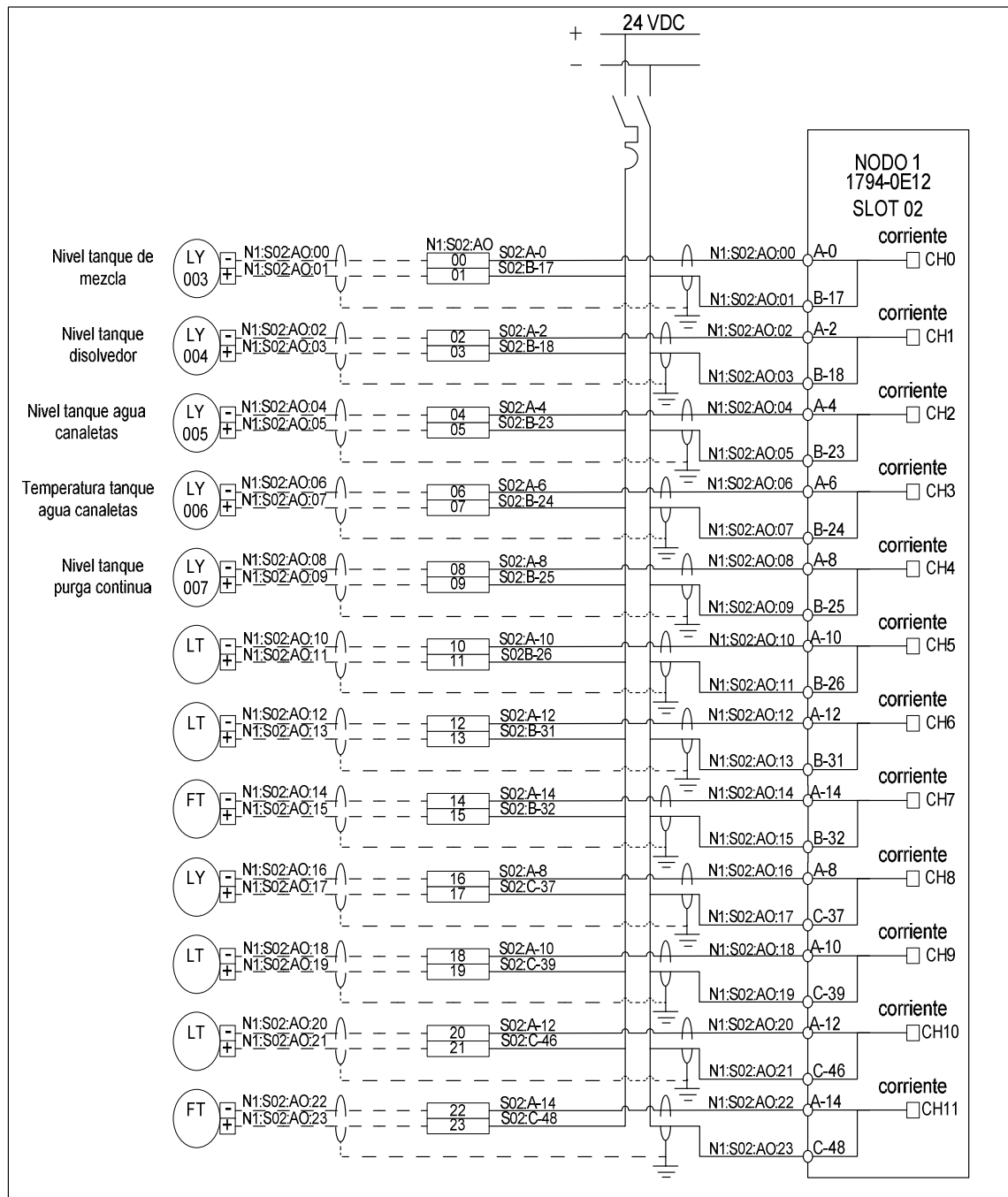
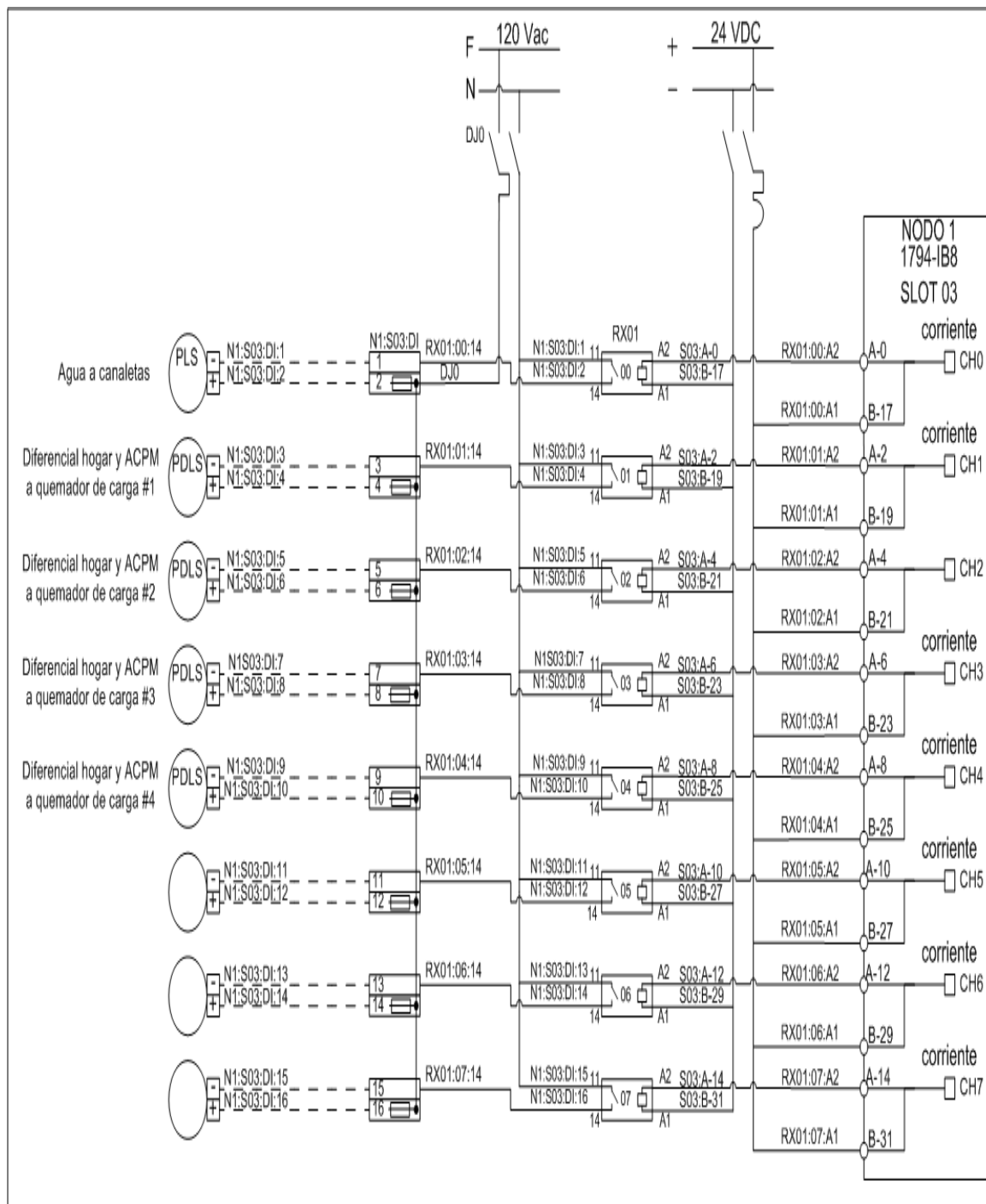
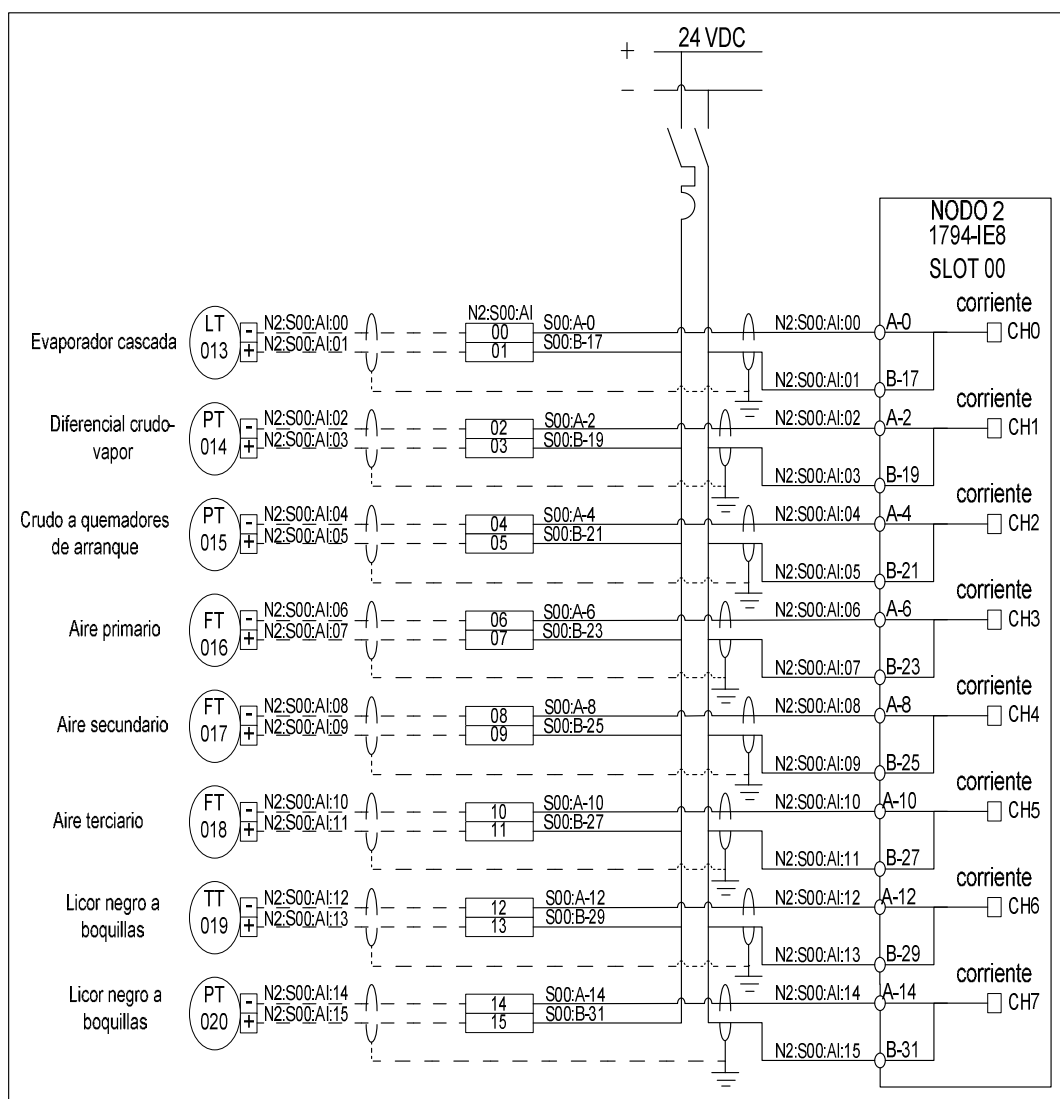


Figura 99. Entradas digitales para la caja de empalmes #1(nodo 1) y modulo (1794-IB8 SLOT 03).



“Para el piso 3, la caja de empalme constará de 3 módulos FLEX I/O, el primero es para entradas analógicas (1794-IE8) ver figura 100, el segundo es para salidas analógicas (1794-OE12), ver figura 101 y el último es para entradas digitales (1794-IB8), ver figura 102”¹⁰.

Figura 100. Entradas analógicas para la caja de empalmes #2(nodo 2) y modulo (1794-IE8 SLOT 00).



¹⁰ Ibid., p 173.

Figura 101. Entradas analógicas para la caja de empalmes #2 (nodo 2) y modulo (1794-OE12 SLOT 01).

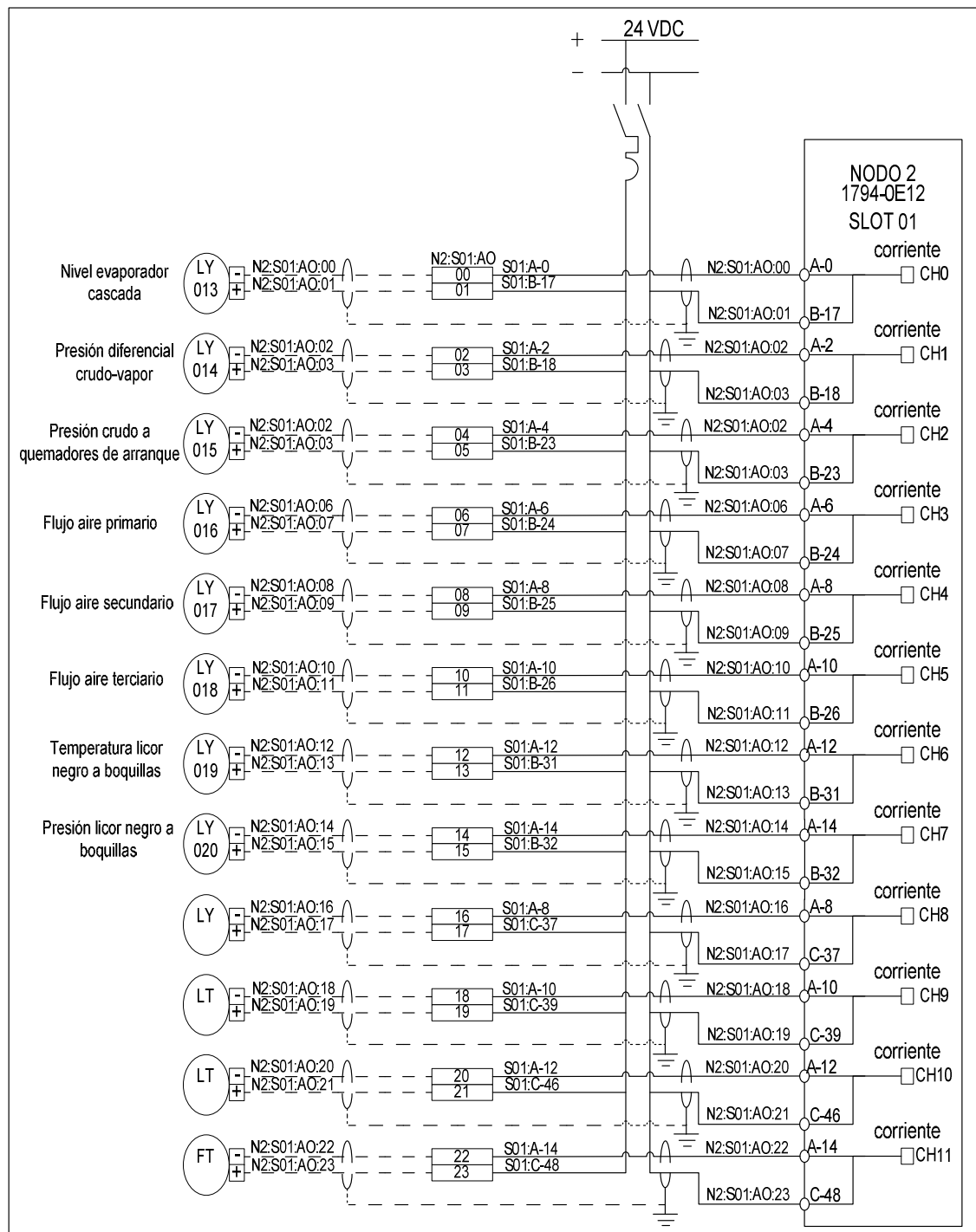
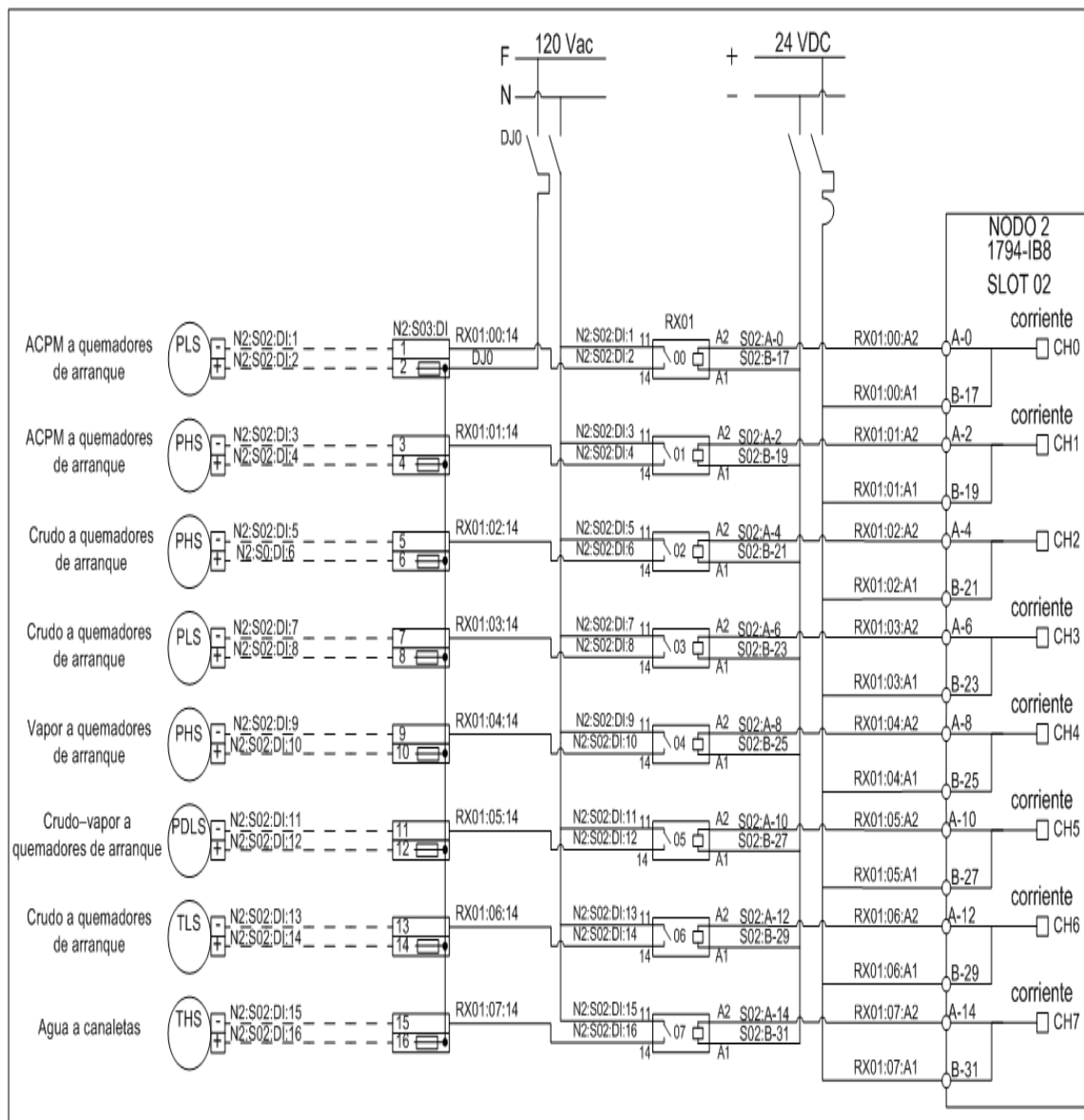


Figura 102. Entradas digitales para la caja de empalmes #2 (nodo 2) y modulo (1794-IB8 SLOT 02).



Para el piso 5 la caja de empalme constará de 4 módulos FLEX I/O, el primero y el segundo son para entradas analógicas (1794-IE8) ver figuras 103 y 104, el tercero es para salidas analógicas (1794-OE12), ver figura 105, y el cuarto es para entradas digitales (1794-IB8), ver figura 106.11

Figura 103. Entradas analógicas para la caja de empalmes #3 (nodo 3) y modulo (1794-IE8 SLOT 00).

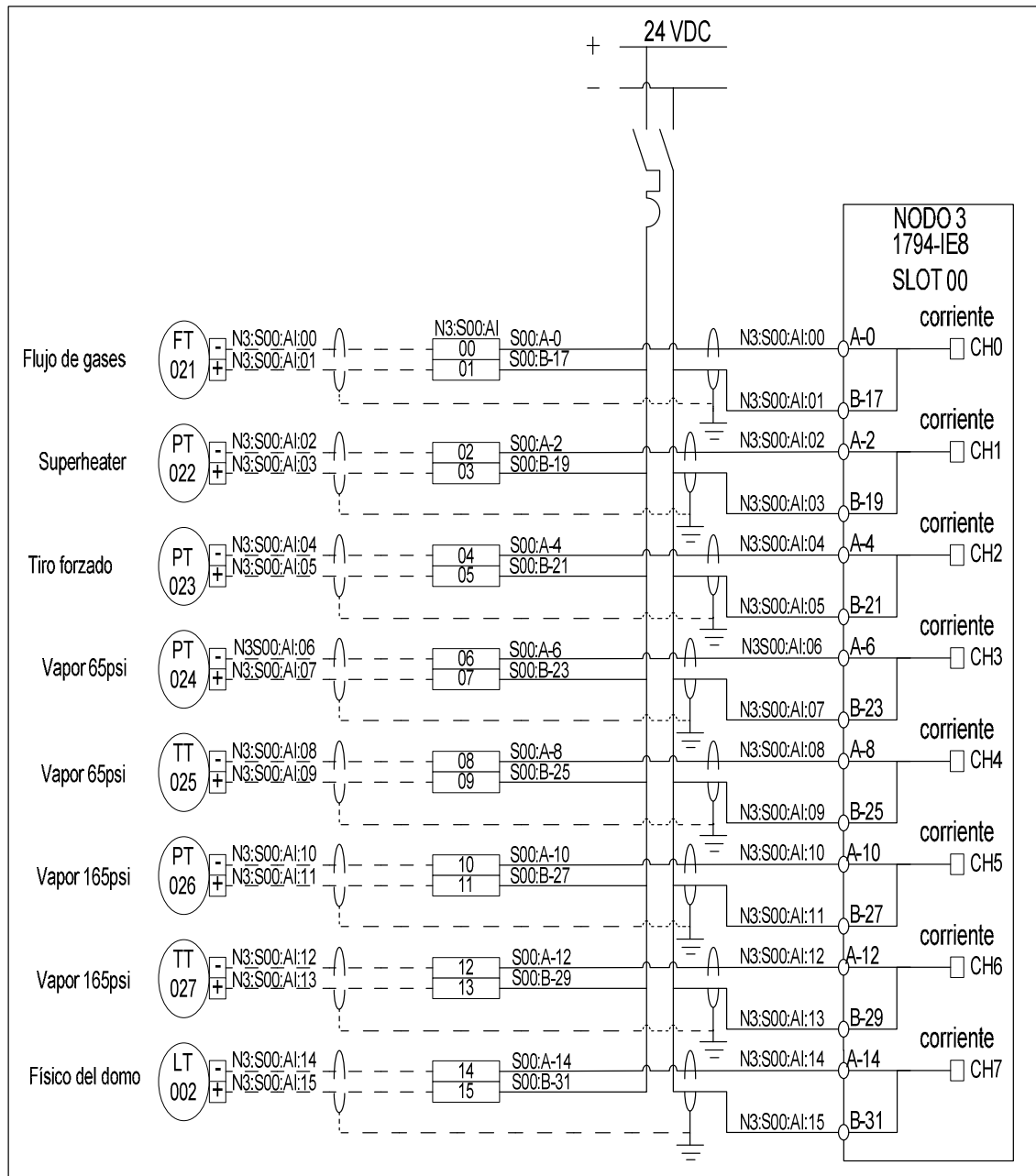


Figura 104. Entradas analógicas para la caja de empalmes #3 (nodo 3) y modulo (1794-IE8 SLOT 01).

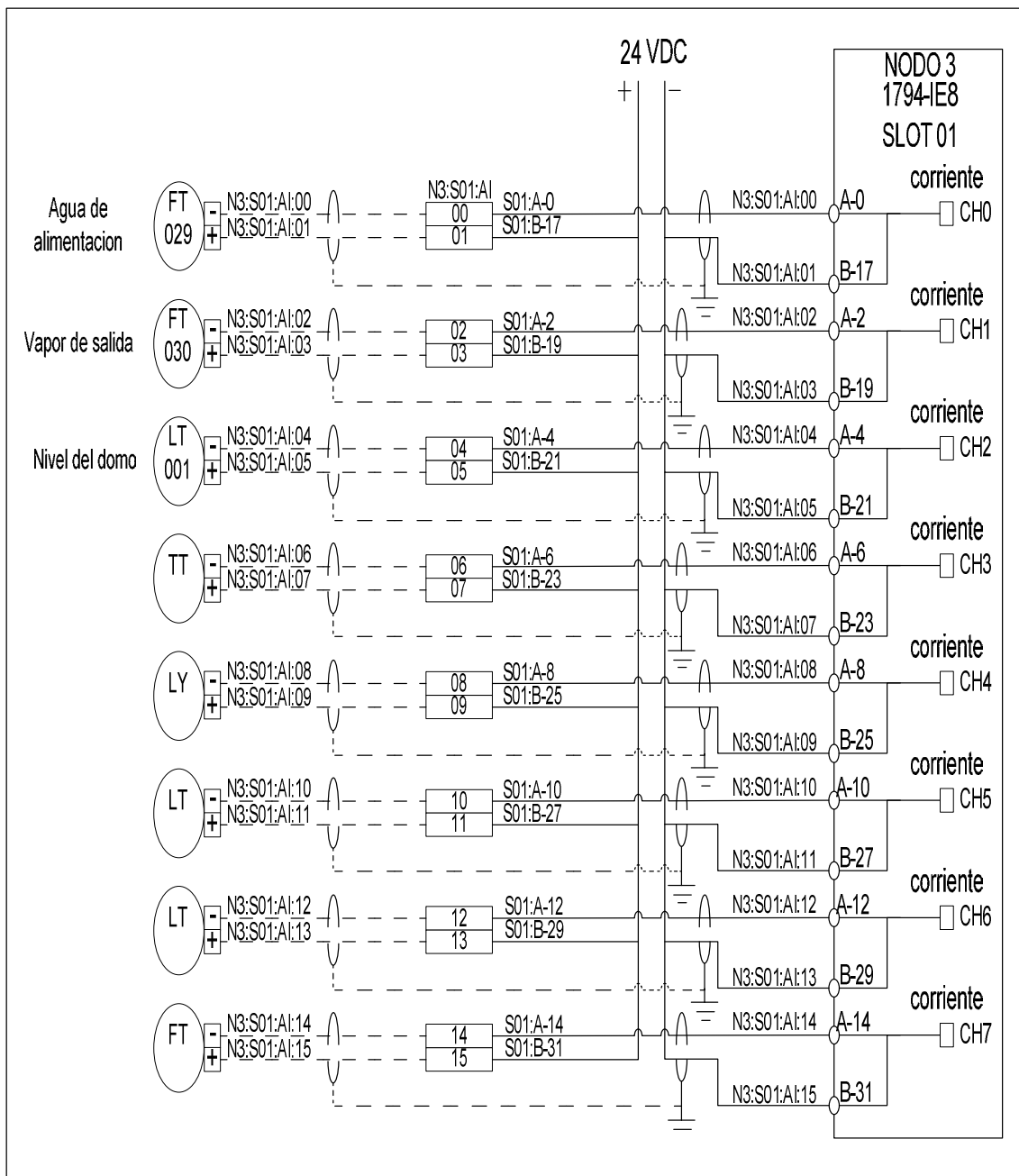


Figura 105. Salidas analógicas para la caja de empalmes #3 (nodo 3) y modulo (1794-OE12 SLOT 02).

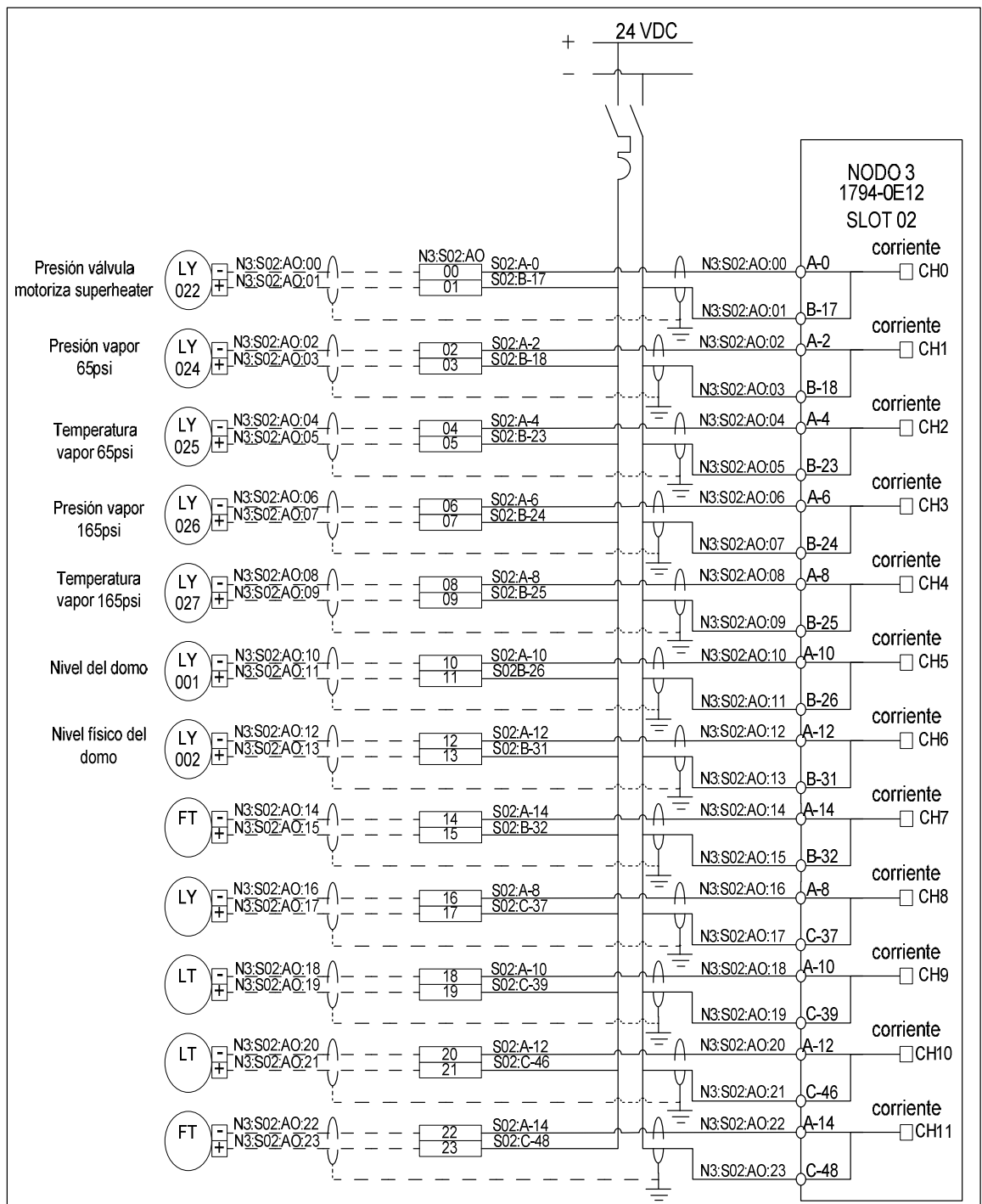
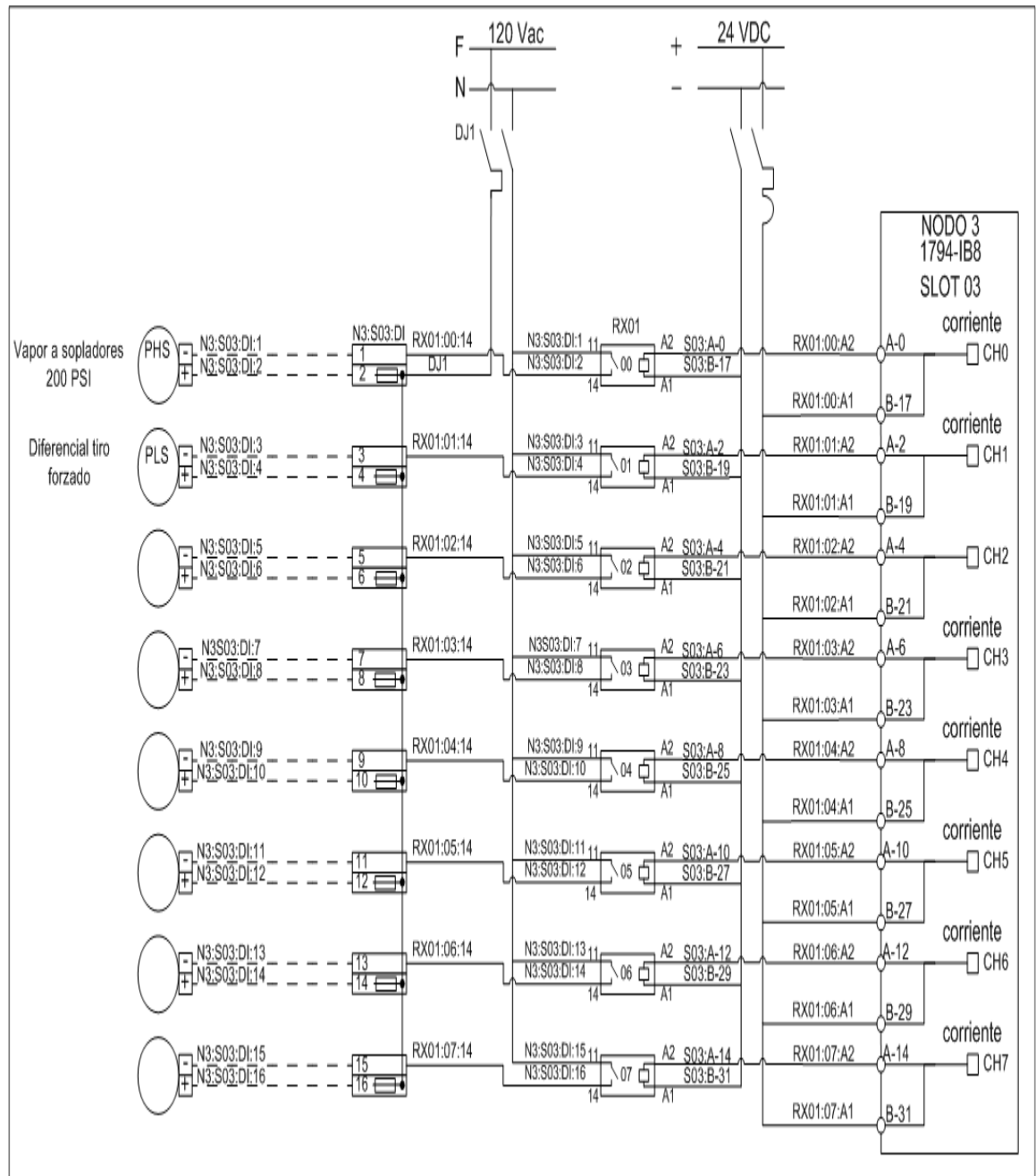


Figura 106. Entradas digitales para la caja de empalmes #3 (nodo 3) y modulo (1794-IB8 SLOT 03).



6. CONCLUSIONES

- Se logro Identificar e interpretar los lazos de control de la caldera de recuperación de Propal planta 1, por lo cual se realizo el levantamiento de la instrumentación actual y sus detalles técnicos.
- Se logro cuantificar las salidas y las entradas de todas las señales de la caldera de recuperación que llegan al DCS y las que salen del DCS y fueron distribuidas en diferentes módulos según si eran digitales, analógicas, entrada o salida.
- Se realizaron los planos siguiendo la norma ISA de los lazos de control que existen en este momento con señales neumáticas y también se hicieron los planos de control con instrumentación electrónica siguiendo las normas BLRBAC con la estrategia de control que tienen en este momento.
- Se dibujó un plano 3D en AutoCAD a escala en donde se muestra la instrumentación por piso, su ubicación, tipo de elemento y si esta es actualmente electrónica o neumática.
- Se realizo una base de datos en Microsoft Office Excel que permite ver con ayuda del plano en 3D la ubicación y las fichas técnicas correspondientes a cada instrumento.
- Se generó y se organizó una información que sirve como base para un gran proyecto que es el de automatizar la caldera de recuperación y que sigue a continuación de este proyecto.
- Se identifico la instrumentación que hacia falta en cada uno de los lazos de control con ayuda del seguimiento que se le dio a la norma BLRBAC para ser tomada en cuenta en proyectos posteriores.

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el flujo del tiro forzado sea parte de los lazos críticos y que su transmisor se cambie rápidamente de tal manera que trabaje electrónicamente con las ventajas que le proporcionan este tipo de señales.
- Es muy importante hacer la medición del porcentaje de sólidos en el licor negro antes de entrar a las boquillas, como lo dicen las normas BLRBAC. La forma manual como se hace actualmente podría en algún momento causar quemaduras al operario. Se recomienda que por seguridad, se haga una medición constante y con dos refractómetros en redundancia.
- Se recomiendan los tipos de transmisores, convertidores I/P y termocuplas que aparecen en las tres cotizaciones de los anexos L, M y N.
- Se recomienda llevar un registro de todo cambio o actualización de la instrumentación de la caldera.
- Se recomienda que al hacer la actualización de la instrumentación de la caldera de recuperación, el cuarto de control se deje donde está actualmente por su conveniente ubicación para identificar y solucionar algún problema que se pueda presentar.
- Se recomienda guiarse por el plano de la caldera en AutoCAD en 3D, suministrado con el proyecto, para ubicar e identificar la totalidad de instrumentación y su distribución en cada piso.

BIBLIOGRAFÍA

Caldera. Departamento de instrumentación. 2 ed. Santiago de Cali: Propal Planta 1, 2000. 84 p.

ControlLogix. Selection Guide. Leon, Mexico: Rockwell Automation, 2005. 200 p

CREUS SOLE, Antonio. Instrumentación industrial. 7 ed. Marcombo, 2005. 775 p

Flex I/O (catalogo 1794). Guadalajara: Rockwell Automation, 1996. 64 p.

KUO, Benjamin C. Sistemas de Control Automático. México: Prentice hall hispano Americana SA, 1996. 897 p.

LÓPEZ DÍAZ, Jose S. Norma ANSI / ISA para Instrumentación. Valparaíso Chile: Universidad técnica Federico Santamaría, 1992. 29 p.

Manual de Equipos. Caldera de Recuperación. 2 ed. Santiago de Cali. Propal Planta 1. 1990. 239 p

Manual de Usuario. Caldera de Recuperación. Santiago de Cali. Propal Planta 1. 1991. 150 p

Manual E796. 2000 M2CP. Missouri City: EIM Controls, 2000. 7 p.

MARAÑA, Juan Carlos. Instrumentación y control de procesos. 2 ed. España: Idom, 2005. 112 p

MFO 37. Fase de Recuperación de Soda Cáustica. Santiago de Cali. Propal Planta 1, 2002. 135 p

NORMAN A. Anderson. Intrumentation for Process Measurement and Control. 3 ed. Estados Unidos de America: CRC Press, 1980. 498 p

SMITH, Carlos A. Control Automático De Procesos. Primera edición. México: Limusa, 1991. 718 p

SUÁREZ PÉREZ, Manuel Gonzalo. Informe de instrumentos críticos de caustificación y Horno de cal e implementación de nuevos controles en caustificación. Santiago de Cali: Propal Planta 1, 2007. 120 p

User Manual Um353-1.11 ed. Pennsylvania: Siemens, 2003. 306 p.

ANEXOS

Anexo A. Fichas técnicas de flujo de agua industrial, nivel del evaporador cascada, temperatura y nivel del tanque de mezcla primario y temperatura licor negro a boquillas.

Flujo de Agua Industrial						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16FT203	Transmisor de flujo	Foxboro		0 - 100"H2O (0 - 24908,89 Pa)	Campo (1 piso)	Detalle de instalación 3-15 PSI
16FX203	Integrador de flujo	Foxboro		0 - 999.999 (x10) GPM 0-63,09 m3/s	Panel	
Nivel del Evaporador Cascada						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16LT300	Transmisor de nivel	Foxboro		0-43"H2O (0 -10710.82 Pa)	Campo (3 piso)	
16LCV300A	Válvula de control de nivel	Neles		3-9 PSI	Campo (1 piso)	Recirculacion (Fail close)
16LCV300B	Válvula de control de nivel	Neles		9-15 PSI	Campo (1 piso)	Fail open
16LIC300	Control indicador de nivel	Foxboro		3 -15 PSI	Panel	
16LSH300	Swiche alto nivel	Barksdale	E1-H15-PLS	14,3 PSI (98595.02 Pa)	Panel posterior	
16LSL300	Swiche bajo nivel	Barksdale	130M-N4	13,5 PSI (93079.22 Pa)	Panel posterior	
Temperatura Tanque de Mezcla Primario						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16TIC303	Control indicador de temperatura	Foxboro	43A	0 - 400°F (0 - 477.59 °k)	Campo (3 piso)	Detalle de instalación 3-15 PSI
16TV303	Válvula automatica de temperatura	Foxboro		3 - 15 PSI	Campo (3 piso)	
Nivel Tanque de Mezcla Primario						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16LT301	Transmisor de nivel	Foxboro		0 - 137"H2O (0 - 34125.18 Pa)	Campo (2 piso)	Detalle de instalación 3-15 PSI
16LI301	Indicador de nivel	Foxboro		0 - 100%	Panel	Detalle de instalación 3-15 PSI
Temperatura Licor Negro a Boquillas						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16TT302	Transmisor de temperatura	Smar		0 - 400 °F (0 - 477.59 °k)	Campo (3 piso)	Detalle de instalación 4 - 20mA
16LV302	Válvula control temperatura	Foxboro		3 - 15PSI	Campo (3 piso)	Fail open
16TIC302	Control indicador temperatura	Foxboro		0 - 300 °F (0-422.03°k)	Panel	Detalle de instalación 4 - 20mA

Anexo B. Fichas técnicas de flujo de licor negro a boquillas, presión de licor negro a boquillas, presión de tiro forzado, flujo de aire primario.

Flujo Licor Negro a Boquillas						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
62FT216	Transmisor de flujo	Foxboro		0 - 200 GPM (0-0.0126 m3/s)	Campo (3 piso)	0.03182mV/G (Electrónico)
62FIC216	Indicador de flujo	Foxboro		0 - 100%	Panel	3 - 15psi
Presion de Licor Negro a Boquillas						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16PT219	Transmisor de presión	Siemens		0 - 60 PSI (0-413685.43 Pa)	Campo (3 piso)	Detalle de instalación 20mA 4
16PV219	Valvula control de presión	Dezurik		3 - 15PSI	Campo (1 piso)	
16PIC219	Controlador indicador de presión	Foxboro		0 - 50 PSI (0-344737.86 Pa)	Panel	
Presión Tiro Forzado						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16PT111	Transmisor de presión	Foxboro	45	0 - 15 "H2O (0-3736.33 Pa)	Campo (5 piso)	Neumático
16PIC111	Controlador indicador de presión	Foxboro		1 - 15 "H2O (249.08-3736.33 Pa)	Panel	Neumático
16PDS111	Switch presión diferencial	Sor	107AL-N12-PI-L1A	3,6 "H2O (896.72 Pa)	Campo (8 piso)	
Flujo de Aire Primario						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16FT215-1	Transmisor de flujo	Foxboro	E521927	0 - 4 "H2O (0-996.35Pa)	Campo (4 piso)	Neumático
16FIC215-1	Controlador indicador de flujo	Foxboro		0-84000Lb/h	Panel	Neumático (3 15PSI)
16SR215-1	Extractor raiz cuadrada	Foxboro	557	3 - 15PSI	Panel posterior	Neumático
16FSL215-1	Switch de bajo flujo	Square D. Company	9012	7.8PSI (53779.1Pa)	Panel posterior	Electroneumático
16SD215-1	Actuador	Foxboro	VA64793	3 - 15PSI	Campo (3 piso)	Neumático

Anexo C. Fichas técnicas de flujo de aire secundario, flujo de aire terciario, nivel tanque del crudo, temperatura del crudo a la salida del tanque

Flujo de Aire Secundario						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16FT215-2	Transmisor de flujo	Foxboro	E521927	0 - 4 "H2O (0-996.35Pa)	Campo (4 piso)	Neumático
16FIC215-2	Controlador indicador de flujo	Foxboro		0-42000Lb/h	Panel	Neumático (3-15PSI)
16SR215-2	Extractor raiz cuadrada	Foxboro	557	3 - 15PSI	Panel posterior	Neumático
16PD215-2	Actuador	Foxboro	VA64793	3 - 15PSI	Campo (3 piso)	Neumático
Flujo de Aire Terciario						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16FT215-3	Transmisor de flujo	Foxboro	E521927	0 - 4 "H2O (0-996.35Pa)	Campo (4 piso)	Neumático
16FIC215-3	Controlador indicador de flujo	Foxboro		0-55000Lb/h	Panel	Neumático (3-15PSI)
16SR215-3	Extractor raiz cuadrada	Foxboro	556	3 - 15PSI	Panel posterior	Neumático
16PD215-3	Actuador	Foxboro	VA64793	3 - 15PSI	Campo (4 piso)	Neumático
Nivel Tanque de Crudo						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16LT400	Transmisor de nivel	Foxboro		0 - 70 "H2O (0-17436.2Pa)	Campo (1 piso)	
16LI400	Indicador de nivel	Foxboro		0 - 100%	Panel	Detalle de instalacion 3-15 PSI
16LSL400	Switch de bajo nivel	Barksdale		8.0 PSI (55158.05Pa)	Panel posterior	
16LSH400	Switch de alto nivel			12 PSI (82737.08P)Y 8PSI (55158.05Pa)	Campo (1 piso)	Se activa en 12 y se posiciona en 8
16LSH400	Switch de alto nivel	Barksdale		13 PSI (89631.84Pa)	Panel posterior	
Temperatura del Crudo a la Salida del Tanque						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
TV407	Válvula control temperatura	Foxboro		3 - 15PSI	Campo (1 piso)	Fail Close
TIC407	Controlador de temperatura a quemadores	Foxboro	43A	0 - 300°F (0-422.03°K)	Campo (1 piso)	Setpoint=200°F (366.48°K), medicion por bulbo capilar

Anexo D. Fichas técnicas de presión del crudo a la salida del tanque, presión del crudo a quemadores de arranque, presión diferencial crudo-vapor, presión ACPM a quemadores de arranque.

Presión de Crudo a la Salida del Tanque						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16PV403	Válvula de presión	Foxboro		3 - 15PSI	1 Piso	Fail Close
16PIC403	Controlador de presión a quemadores	Foxboro	43A	0 - 250PSI (0-1723689.32 Pa)	1 Piso	Setpoint= 150PSI, (1034213.59 Pa) medicion por diafragma
Presión del Crudo a Quemadores de Arranque.						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16PIC441	Controlador indicador de presión			0 - 150 PSI (0-1034213.59 Pa)	Panel	
16PT441	Transmisor de presión			0 - 150 PSI (0-1034213.59 Pa)	Campo (3 piso)	
16PCV441A	Válvula control de presión	Foxboro	VA64BB		Campo (3 piso)	Fail Close
16PCV441B	Válvula control de presión	Fisher	667A			Fail Open
16PSH441	Swiche de presión por alta			90 PSI (620528.15 Pa)		
Presión Diferencial Crudo - Vapor.						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16PDT443	Transmisor presión diferencial	Foxboro	E521399	0 - 100PSI (0-689475.72 Pa)	Campo (3 piso)	
16PDC443	Controlador presión diferencial	Foxboro	43-AP_FA42C	0 - 100PSI (0-689475.72 Pa)	Campo (3 piso)	Detalle de instalacion 3-15 PSI
16PDV443	Válvula Presión diferencial	Foxboro	VA6486L	3 - 15 PSI	Campo (3 piso)	Fail Close
16PSH443	Swiche de presión por alta	Barksdale	DPD1T-AB0SS	90 PSI (620528.15 Pa)		
Presión ACPM a Quemadores de Arranque						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16PV431	Válvula de presión			3 - 15PSI	Campo (1 piso)	Fail Open
16PIC431	Controlador de presión	Foxboro	43A	0 - 500PSI (0-3447378.64 Pa)	Campo (1 piso)	Setpoint=100PSI (689475.72 Pa)

Anexo E. Fichas técnicas de nivel tanque de ACPM, nivel del domo.

Nivel Tanque ACPM						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16LT432	Transmisor de nivel	Foxboro		0 - 73"H2O (0-18183.49 Pa)	1 Piso	
16LI432	Indicador de nivel	Foxboro		0 - 100%	1 Piso	Detalle de instalación 3-15 PSI
Nivel domo						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
62FE	Platina orificio agua			(4 x 2.472)	Campo	Flujo agua de alimentación
62FT	Transmisor flujo agua	SIEMENS-MOORE	7MF4433-1EA	0 - 150 "H2O (0-37363.33 Pa)	Campo	Detalle de instalación 4-20mA
62FE	Platina orificio vapor				Campo	Flujo vapor de salida
62FT	Transmisor flujo vapor	ROSEMOUNT	1159DP4522B1	0 - 92"H2O (0-22916.17 Pa)	Campo	Detalle de instalación 4-20mA
62LT	Transmisor de nivel	ROSEMOUNT	1159DP4522B2	(-16 a -32 "H2O) (-3985.42 a -7970.84 Pa)	Campo (8 piso)	Detalle de instalación 4-20mA
62LV	Valvula control de nivel	FISHER	667	(3 - 15PSI)	Campo (3 piso)	
62LY	Conversor I/P	BELLOFRAM	961-070-000	4-20mA a 3-15PSI	Campo	
62J	Fuente de voltaje	PHOENIX CONTACT	QUINT-PS-100-240	24VDC/10A	Atrás del Panel	
62LAH	Alarma de alto nivel	VELASQUEZ		3"H2O (747.26 Pa)	Panel	
62LAL	Alarma de bajo nivel	VELASQUEZ		(-3"H2O) (-747.26 Pa)	Panel	
62LIC	Control indicador nivel	SIEMENS	353A4FN NNNNNN A4	(-8 a 8 "H2O) (+/- 1992.71 Pa)	Panel	Detalle de instalación 4-20mA
62LR	Registrador de nivel	MOORE	363A21N3 0NNB4	(-8 a 8 "H2O) (+/- 1992.71Pa)	Panel	Detalle de instalación 4-20mA
16FR	Registro de flujo de agua	MOORE	363A21N3 0NNB4	1 - 5V(0-13000Lb/H)	Panel	integrador flujo x 10
16FR	Registro de flujo de vapor	MOORE	363A21N3 0NNB5	2 - 5V(0-12000Lb/H)	Panel	integrador flujo x 11

Anexo F. Fichas técnicas de nivel físico del domo, presión de vapor a de 65 PSI, temperatura vapor de 65 PSI.

Nivel físico domo						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16LT	Transmisor de nivel	Smart	LD301	(-16 a -32 "H2O)	Campo (8 piso)	(-3985.42 a -7970.84 Pa)
16LI	Indicador de nivel	Foxboro	760	(-8 a 8 "H2O) (+/- 1992.71 Pa)	Panel	electronico
16LSH	Switch de alto nivel	Ashcroft	CAT No.B450V	(6 "H2O) (1494.53 Pa)	Atrás del Panel	13.5PSI
16LSL	Switch de bajo nivel	Barksdale	DIT-H1D	(-6 "H2O) (-1494.53 Pa)	Atrás del Panel	4.5PSI
16LR	Registrador de nivel	Moore	363A21N30 NNB4		Panel	
62LY	Conversor I/P	Bellofram	961-070-000	4-20mA a 3-15PSI	Atrás del Panel	
62J	Fuente de voltaje	Foxboro	NITINOL	24VDC	Atrás del Panel	
Presión de Vapor de 65 PSI						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16PT505	Transmisor de presión	Foxboro	44	0 - 100PSI (0 689475.72 Pa)	Campo (5 piso)	Neumático
16PV505	Válvula control presión	Foxboro	5090285	3 - 15PSI	Campo (5 piso)	Fail Close
16PIC505	Control indicador presión	Foxboro		0 - 100PSI (0 689475.72 Pa)	Panel	Detalle de instalación 3-15 PSI
16PSH505	Switch de alta presión	Barksdale		75PSI (517106.79 Pa)	Atrás del panel	11.25PSI (77566.01 Pa) Señal de control
Temperatura Vapor de 65 PSI						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16TY509	Convertidor mv / p	Foxboro	33AR-2A6	3 - 15 PSI	Campo (5 piso)	Neumático
16TV509	Válvula control temperatura	Foxboro		3 - 15 PSI	Campo (3 piso)	
16TIC509	Control indicador temperatura	Foxboro		200-500°F (366,48-533,15 °k)	Panel	
16TSH509	Switch de alta temperatura	Barksdale		400°F (477,59°K)	Atrás del panel	
16TE509	Termocupla tipo J					

Anexo G. Fichas técnicas de presión vapor a 165 PSI, temperatura vapor a 165 PSI, nivel del tanque de disolución (Dissolving Tank).

Presión de Vapor de 165 PSI						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16PT504	Transmisor de presión	Foxboro	44	0 - 200 PSI (0-1378951.45 Pa)	Campo (5 piso)	Neumático
16PV504	Válvula control presión	Foxboro	5090286	3 - 15 PSI	Campo (5 piso)	Fail Close
16PIC504	Control indicador presión			0 - 200 PSI (0-1378951.45 Pa)	Panel	
16PSH504	Switch de alta presión	Barksdale		170PSI (1172108.7 Pa)	Atrás del panel	12.75PSI (87908.15 Pa)
Temperatura Vapor de 165 PSI						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16TT508	Transmisor de temperatura	Foxboro	44BT	200-600°F (366.48-588.70°k)	Campo (5 piso)	Neumático
16TV508	Válvula control temperatura	Foxboro		3 - 15 PSI	Campo (5 piso)	Fail Close
16TIC508	Control indicador temperatura	Foxboro		200-600°F (366.48-588.70°k)	Panel	
16TSH508	Switch de alta temperatura	Barksdale		520°F (544.26°k)	Atrás del panel	13PSI (89631.84 Pa) Señal de control
Nivel Tanque Disolución						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16LT206	Transmisor de nivel (burbugeo)	Foxboro	E472801	0 - 60 "H2O (0-413685.43 Pa)	Campo (1 piso)	Neumático (Realiza el control)
16LT206-1	Transmisor de nivel (flanchado)	Smar	LD301	0 - 60 "H2O (0-413685.43 Pa)	Campo (1 piso)	Detalle de instalación 4-20mA (Indicacion)
16LV206	Válvula control de nivel	Fisher	7631941	3 - 15PSI	Campo (1 piso)	
16LIC206	Control indicador de nivel	Foxboro		0 - 100%	Panel	Detalle de instalación 3-15 PSI
16PSL206	Switch de bajo nivel	Barksdale		40%	Atrás del panel	5.9PSI (40679.06 Pa) Señal de control
16LI206-1	Indicador de nivel	Moore		0 - 100%	Panel	Detalle de instalación 4-20mA

Anexo H. Fichas técnicas de temperatura tanque de agua canaletas, nivel tanque de agua canaletas, flujo de Weak-Wash, flujo de licor verde, nivel de tanque de mezcla.

Temperatura del Tanque del Agua Canaletas						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16TIC202	Control Indicador de Temp.	Foxboro	43A	0 - 212 °F (373.15 °K)	Campo (2 piso)	
16TCV202	Válvula de control de Temp.	Foxboro	VA6484	3 - 15 PSI	Campo (2 piso)	Fail Close
16TSHL202	Switch por alta y baja			152 Baja (339.81°K) 190 Alta °F (360.92°K)	Campo (3 piso)	
Nivel del Tanque Agua Canaletas						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16LIC203	Control indicador de nivel	Foxboro	43A	0-82 "H2O (0-20425.29 Pa)	Campo (1 piso)	
16LCV203	Valvula de control de nivel	Foxboro	VA6484	3-15PSI	Campo (1 piso)	Fail close
16FI203	Rotametro de flujo					
Flujo de Weak-Wash						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16FT205B	Transmisor de flujo	Foxboro	TNI25		Campo (2 piso)	Detalle de instalación 4-20mA
16FX205	Integrador flujo	Red Lion			Panel	
Flujo Licor Verde						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16FT205A	Transmisor de flujo	Foxboro		0 - 100 GPM	Campo (2 piso)	Detalle de instalación 4-20mA
16FX205	Integrador flujo	Red Lion			Panel	
Nivel Tanque de Mezcla						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16LT305	Transmisor de nivel	Foxboro	E742861	0 - 52 "H2O (0-12952.62 Pa)	Campo (1 piso)	Neumático
16LI305A	Valvula automatica de nivel	Fisher		ON - OFF (3 - 15PSI)	Campo (1 piso)	va al dissolving tank
16LI305B	Valvula automatica de nivel	Fisher	3821751	ON - OFF (3 - 15PSI)	Campo (1 piso)	Recirculacion tanque de mezcla (Fail Open)
16LI305	Valvula automatica de nivel	Fisher	347229	3 - 15PSI	Campo (1 piso)	Control tank mezcla (Fail Open)
16LSH305	Presostato alto nivel			11.25PSI (2802.25 Pa) - 9PSI (2241.80 Pa)	Campo (1 piso)	Activa-Desactiva respectivamente

Anexo I. Fichas técnicas de flujo de gases de salida, nivel tanque de desechos, presión superheater.

Flujo de Gases de Salida						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16FT110	Transmisor de flujo	Foxboro	15A-LS2	0 - 3 "H2O (0-747.26 Pa)	Campo (piso)	D/P GELL
16FI110A	Rotámetro	Foxboro		0,1 - 5 GPH (1.05-5.25 m3/s)	Campo (piso)	Medida de 0 - 100%
16FI110B	Rotámetro	Foxboro		0,1 - 5 GPH (1.05-5.25 m3/s)	Campo (piso)	Medida de 0 - 100%
16PI110	Manómetro	Wika		3 - 15 PSI	Campo (piso)	
16FSL110	Presostato	Barksdale		4,1 PSI (28268.50 Pa)	Campo (piso)	
Nivel Tanque de Desechos						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16LT132	Transmisor de nivel	Foxboro	13FA- HS31A5	0 - 153 "H2O (0-38110.60 Pa)	Campo (1 piso)	Detalle de instalación 3-15 PSI
16LI132	Manómetro			0-100%	Campo (piso)	Detalle de instalación 3-15 PSI
16LSH132	Switch de alto nivel	UE		14,5PSI (99973.9Pa) y 13,5PSI (93079.2 Pa)	Campo (1 piso)	Se activa en 14,5 y se posiciona en 13,5
Presión del Superheater						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	SERIE	PRECIO (DÓLARES)
PT	Transmisor de nivel	Siemens	Sitrans P	630 – 650 PSI (4343697.09 - 4481592.24 Pa)	7MF4032- 1FA10-1AC6 Z	3.103,90
PIC	Controlador indicador de presión	Moore	353	0 – 800 PSI (0- 5515805.83 Pa)	353²2FNNN NNNA4	2.150,00
PV	Válvula control presión	EIM Controls	Q-5T2-3	4 - 20 MA	100344ª-01	6.710,00
PR	Registro de presión	Siemens	SIREC	0 – 800 PSI (0- 5515805.83 Pa)	D300	7.251,56
J	Fuente de voltaje	Phoenix Contact	QOINT- PS-BO	24V,10 A		

Anexo J. Fichas técnicas Tanque de Purga Continua.

Nivel Tanque de Purga Continua						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16LT127	Transmisor de nivel	Foxboro		0 - 27 "H2O (0 - 6725.40 Pa)	Campo (1 piso)	Neumático
16LV127	Válvula de nivel	Foxboro		3 - 15PSI	Campo (1 piso)	Fail Open
Presion domo						
TAG	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	MODELO	RANGO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
16PT103	Transmisor de presion			400-800 PSI	Campo (8 piso)	
16PI103	Control indicador de presion	Moore		4-20 Ma	Panel	

Anexo K. Normas BLRBAC (Comité Asesor de Calderas de Recuperación de Licor Negro)

Anexo K.1: Sistema de agua de alimentación y vapor.

	Instrumento o Sistema de Control	Función Principal	Modos o Técnicas de Operación	I	II	Se tiene en operación	Comentarios
1	Control de nivel del domo	Mantener el nivel del domo a través del control de flujo de agua de alimentación, para una operación estable y segura	Control automático-manual	X		SI	Para un mejor desempeño se prefieren sistemas de control de 3 elementos para el agua de alimentación. Se requieren derivaciones separadas para cada nivel de medición.
2	Nivel del domo	Monitorea el nivel del domo con un respaldo de seguridad independiente del control del nivel del domo	Registro Indicador, se requieren 2 Alarma de nivel alto Alarma de nivel bajo Disparo maestro del combustible – Nivel Alto Disparo maestro del combustible – Nivel Bajo, 2 requeridos	X X X X X	 X	SI SI SI SI NO NO	Protección de respaldo. Se recomienda que los instrumentos que están directamente conectados que contienen fluidos de proceso no sean conducidos por tuberías al cuarto de control. Se requieren derivaciones separadas para cada nivel de instrumento. NOTA: S
3	Vidrio indicador del nivel del domo	Indica el nivel del domo	Indicador (local)	X		SI	Un vidrio indicador de nivel debe ser visible en el domo de vapor. (9° piso).
4	Flujo de vapor	Es parte del sistema de control del nivel del domo y es usado para Flujo de vapor <30% (Quemado de Licor únicamente)	Registro Indicador Integrador Disparo maestro del combustible	X X	 X X	SI SI SI NO	Datos esenciales para la operación y útiles para controlar la eficiencia. Hacer comparaciones del flujo de vapor y agua para detectar fugas en las partes sometidas a presión. El flujo de vapor del soplador de carbonato debe ser incorporado dentro del fluj
5	Flujo del Agua de Alimentación	Parte del Sistema de Control del nivel del domo	Registro Indicador Integrador	X X	 X	SI SI SI	Datos esenciales para la operación y útiles para controlar la eficiencia. NOTA: El Registro, Indicador e Integrador están en un solo instrumento
6	Calidad del agua de alimentación	Monitorea la calidad del agua que entra a la caldera Conductividad pH Contenido de Oxígeno disuelto	 Indicador Registro Alarma Indicador pH Indicador DOC	 X X X	 X X	 SI NO SI NO NO	Se requiere si no es parte de los sistemas de control de la preparación del agua de alimentación y del retorno del condensado. Se debe asegurar la integridad del suministro de agua fresca. NOTA: PROPAL Planta 1 consta con dos sistemas para desmineralizar

	Instrumento o Sistema de Control	Función Principal	Modos o Técnicas de Operación	I	II	Se tiene en Operación	Comentarios
7	Presión del cabezal del suministro del agua de alimentación	Indica la presión del agua de alimentación disponible	Indicador Registro Alarma de bajo presión	X X	 X 	SI NO NO	NOTA: La indicación se hace por medio de un manómetro
8	Temperatura de suministro del agua de alimentación	Indica la temperatura del agua de alimentación	Indicador Registro	 	X X	SI NO	Controla los sistemas de calentamiento y condensado del agua de alimentación. NOTA: El registrador está fuera de servicio.
9	Control de presión de la bomba del agua de alimentación	Medios para controlar la presión del suministro de agua de alimentación	Control de: -Bombas de velocidad variable -Número de bombas -Válvulas de control de presión	 	X X X	NO NO NO	Se requieren derivaciones separadas para cada control. NOTA: el control está en la caldera 5
10	Disparos de las bombas del agua de alimentación	Monitorea la operación de las bombas del agua de alimentación	Alarma	X		NO	NOTA: caldera 5
11	Temperatura del agua de salida del economizador (si se usa)	Temperatura del fluido y guía de operación.	Indicador Registro	 	X X	NO NO	Detecta fugas en el economizador
12	Nivel Bajo del desaireador (desaireador)	Monitorea el nivel bajo del desaireador	Alarma	X		NO	
13	Nivel bajo del desaireador	Monitorea la presión baja del desaireador	Alarma	X		SI	NOTA: Alarma luminica
14	Temperatura de la salida del superheater primario (si se usa con atemperador)	Mide la temperatura de vapor de salida del superheater	Registro Indicador Alarma de temperatura alta	 X 	X X	NO SI NO	Da advertencia de temperaturas anormales. NOTA: No se tiene en si una medida en si del superheater si no que se toma la temperatura de salida de la caldera la cual debe tener aproximadamente una medida de 750 +/- 50 °F
15	Temperatura de salida del vapor del atemperador	Mide la temperatura de vapor	Registro Indicador	 	X X	NO NO	
16	Temperatura de la corriente de salida del vapor sobrecalentado	Mide la temperatura del vapor final	Registro Indicador Alarma de temperatura alta Alarma de temperatura baja	X X X X	 	NO SI NO NO	Da advertencia de temperaturas anormales para prevenir daños en las turbinas
17	Control de temperatura del atemperador interetapa interstage	Control la temperatura del vapor final bajo carga variable o condiciones de quemado variables	Control automático-manual Disparo del rociador de agua con ESP	X 	 	SI 	Para evitar la posible entrada de agua rociada al hogar o al equipo externo de vapor (turbinas, etc) durante un ESP.
18	Flujo de agua del atemperador (si se usa)	Mide el flujo de agua rociada	Registro Indicador Integrador Alarma de flujo alto	 	X X X X	NO NO NO NO	
19	Presión de vapor a la salida del superheater	Mide la presión del vapor	Control automático-manual Registro Indicador	 X	X X 	 SI	NOTA: solo hay control manual y el indicador es un manómetro.

	Instrumento o Sistema de Control	Función Principal	Modos o Técnicas de Operación	I	II	Se tiene en operacion	Comentarios
20	Presión de vapor del domo	Mide la presión de operación y proporciona una guía de operación esencial	Registro Indicador	X X	X	SI SI	
21	Válvula motorizada de desfogue (válvula de alivio)	Alivia el exceso de presión. Controla la presión y el flujo de vapor durante el arranque	Automático-Manual Se abre en ESP (después del drenaje rápido a 8 pies (244cm)) Indicador de abierto	X X X	X	NO NO SI	Establece el flujo a través del superheater, reduce el mantenimiento de la válvula de seguridad, y alivia la presión después de un ESP. Se tiene un control manual el cual se hace por intuición del operario, El Indicador de abierto, Se tiene un Piloto.
22	Temperatura de los metales del superheater y domo de vapor	Monitorea la temperatura de los tubos durante el arranque y la operación	Indicador Registro Alarma de alta temperatura (solo para el superheater)	X X X	X	SI	Las temperaturas de los metales deben ser Controladas por la medición individual del tubo de metal o por la temperatura del gas de entrada al superheater.
23	Monitores de la temperatura del metal para un drenaje de emergencia	Monitorea las temperaturas de los tubos de metal del lecho por debajo del nivel de 8 pies (244 cm) durante una parada de emergencia y drenaje	Indicador Registro	X X	X	NO NO	El registro e indicación de las temperaturas de los metales se requiere sólo durante periodos de condiciones fuera de lo normal.
24	Temperaturas del metal del lado agua	Monitorea la temperatura del metal de los tubos del lado agua	Indicador Registro	X X	X X		
25	Conductividad del retorno del condensado del molino	Monitorea la conductividad del retorno del condesado del molino	Alarma de alta conductividad	X			
26	Válvula de drenaje del sistema ESP		Indica abierta Indica cerrada	X X	X		Se refiere a las Buenas Prácticas del ESP
27	Válvulas de parada del sistema ESP		Indica abierta Indica cerrada	X X	X		Se refiere a la válvulas que ser requieren bajo las Buenas Prácticas del ESP

Anexo K.2. Sistema de control de aire de combustión.

	Instrumento o Sistema de Control	Función Principal	Modos o Técnicas de Operación	I	II	Se tiene en operación	Comentarios
1.	Control del tiro forzado	Mantener una presión de descarga constante o controlar el flujo de aire de combustión	Automático-Manual	X		NO	Ventilador del damper o control de la velocidad del ventilador
2.	Presión de descarga del ventilador de tiro forzado	Indica la presión del aire de combustión disponible	Indicador Registro Alarma de baja presión Disparo maestro del combustible si se valida que está operando el ventilador de tiro forzado	X X X X	X X X	SI NO NO NO	Para disparos referirse a la Buenas Prácticas del Combustible Auxiliar. Se puede saber si el ventilador esta en funcionamiento ya que en el cuarto de control se indica la corriente de carga del motor del
3.	Flujo de aire de combustión y Control	Mide y controla el flujo de aire de combustión incluyendo relaciones primaria, secundaria y terciaria (o más altos si se usan).	Automático-Manual Indicador Registro Interlock de flujo bajo y Disparos Maestros del Combustible Alarma de flujo bajo	X X X X X		SI SI SI NO NO	El flujo bajo de aire es el 30% del flujo normal del aire a una carga relacionada. La cantidad y localización de los dispositivos de medición de flujo dependen del diseño de la caldera.
4.	Oxígeno	Mide la eficiencia de combustión y detecta apagones del hogar	Indicador Registro Alarma de Oxígeno bajo Alarma de Oxígeno alto	X X X X		SI SI SI NO	Ver "Buenas Prácticas Recomendadas en el Quemado del Combustible Auxiliar en la Calderas de Recuperación de Licor Negro".
5.	Combustibles/CO	Mide la eficiencia de combustión y detecta apagones del hogar	Indicador Registro Alarma combustibles altos	X X X	X	NO NO NO	
6.	Temperatura del aire de combustión	Mide la temperatura del aire de combustión	Indicador Registro Alarma	X X X		SI NO NO	Ayuda a minimizar problemas de operación debido a aire de combustión fríos.
7.	Presión de salida del calentador de aire	Mide la presión del aire de combustión disponible	Indicador		X	NO	Detecta caídas de presión a lo largo del calentador de aire en conjunto con la presión del ventilador de tiro inducido.
8.	Presión del ducto de aire secundario	Mide la presión del aire secundario	Indicador Alarma	X X	X	SI NO	Ayuda a detectar puertos obstruidos

	Instrumento o Sistema de Control	Función Principal	Modos o Técnicas de Operación	I	II	Se tiene en operacion	Comentarios
9.	Presión del ducto de aire primario	Mide la presión del aire primario	Indicador Alarma	X X		SI NO	Ayuda a detectar puertos obstruidos
10.	Presión del ducto de aire terciario (o mayor)	Mide la presión del aire terciario (o mayor)	Indicador Alarma	X X		SI NO	Ayuda a detectar puertos obstruidos
11	Falla en el ventilador de tiro forzado	Monitorea la operación del ventilador de tiro forzado	Alarma Disparo Maestro del Combustible (si está debajo de las pistolas de licor)	X X		SI SI	Esencial para operar con seguridad. Ver “Buenas Prácticas Recomendadas en el Quemado Seguro de Combustible Auxiliar en las Calderas de Recuperación de Licor Negro”. No hay un maestro pero si se disp
12.	Temperatura del calentador de aire de quemado directo	Monitorea la temperatura del calentador de aire de quemado directo	Indicador Alarma de temperatura alta Alarma de temperatura baja	X X X		SI NO NO	

Anexo k.3: Sistema de tiro de la caldera

	Instrumento o Sistema de Control	Función Principal	Modos o Técnicas de Operación	I	II	Se tiene en operación	Comentarios
1.	Control de tiro del hogar	Controla el tiro del hogar	Automático-Manual	X		SI	Proporciona control esencial de la operación
2.	Presión del hogar	Mide la presión del hogar	Indicador	X		SI	Ver “Buenas Prácticas Recomendadas en el Quemado Seguro de Combustible Auxiliar en las Calderas de Recuperación de Licor Negro”. No se tiene maestro pero si se dispara el combustible
			Alarma de presión alta	X		SI	
			Disparo Maestro del Combustible por Presión alta			SI	
			Registro	X		SI	
			Alarma de baja presión		X	SI	
			Disparo Maestro del Combustible por presión baja (si se requiere por el hogar o diseño del sistema)	X		NO	
3.	Tiro de la caldera	Mide la pérdida de tiro a lo largo de varias secciones de la caldera	Indicador	X		NO	Detecta taponamiento en la caldera. La cantidad y la localización de los indicadores dependen del diseño de la caldera.
4.	Temperatura de salida del gas de la caldera	Mide la temperatura de salida del gas de la caldera	Indicador	X			
			Registro	X		SI NO	
5.	Temperatura del gas de salida del economizador o Temperatura del gas de entrada	Mide la temperatura del gas a la entrada del evaporador de contacto directo (si se usa)	Indicador	X		SI NO	
6.	Temperatura del gas de salida del evaporador de contacto directo	Mide la temperatura del gas a la salida del evaporador de contacto directo (si se usa)	Indicador	X	X	SI	Ver también puntos D1 y D2.
			Registro			NO	
7.	Tiro de entrada y salida del evaporador de contacto directo	Mide la corriente de entrada y de salida del evaporador de contacto directo (si se usa)	Indicador	X		SI	Detecta taponamiento en el evaporador de contacto directo. Tiene dos indicadores de carga(oriental y occidental
8.	Falla en el ventilador de tiro inducido	Monitorea la operación del ventilador de tiro inducido	Alarma	X		SI	Esencial para operar con seguridad. La pérdida de todos los ventiladores de tiro inducido requiere de Disparo Maestro del Combustible y Disparo de los ventiladores de tiro forzado.
			Disparo Maestro del Combustible	X		SI	
			Disparo del ventilador de tiro forzado	X		SI	
9.	Presión de descarga del ventilador de tiro inducido	Mide la presión de descarga del ventilador de tiro inducido	Indicador		X	NO	Detecta taponamiento corriente abajo del ventilador de tiro inducido.
10.	Temperatura de la chimenea	Mide la temperatura de los gases en la chimenea	Indicador		X	SI	
			Registro		X	NO	
11.	Presión baja del aire de los instrumentos	Monitorea la presión de aire de los instrumentos	Alarma	X		NO	Se tiene un indicador en el cuarto de control

Anexo K.4. Sistema de protección contra incendios.

	Instrumento o Sistema de Control	Función Principal	Modos o Técnicas de Operación	I	II	Se tiene en operacion	Comentarios
1.	Temperatura del evaporador de contacto directo	Advierte sobre alta temperatura y activa la protección contra incendios	Alarma de Temperatura Alta X Alarma de Temperatura Alta-Alta X Disparo Maestro de Combustibles por Temperatura Alta-Alta Dejar entrar un medio para apagar las llamas por temperatura Alta-Alta	X		SI SI SI	Refiérase a las “Buenas Prácticas Recomendadas para la Protección contra Incendios en Evaporadores de Contacto Directo y Equipo Asociado” del BLRBAC. Se dispara vapor a 165
2.	Temperatura de salida del precipitador	Advierte sobre alta temperatura y activa la protección contra incendios	Alarma de Temperatura Alta X Alarma de Temperatura Alta-Alta X Disparo Maestro de Combustibles por Temperatura Alta-Alta X Dejar entrar un medio para apagar las llamas por temperatura Alta-Alta	X	X	SI SI SI	Refiérase a las “Buenas Prácticas Recomendadas para la Protección contra Incendios en Evaporadores de Contacto Directo y Equipo Asociado” del BLRBAC y “Buenas Prácticas Recomendadas Para el Quemado Seguro de Combustible Auxiliar”

Anexo K.5. Sistema de limpieza de la caldera.

	Instrumento o Sistema de Control	Función Principal	Modos o Técnicas de Operación	I	II	Se tiene en operacion	Comentarios
1.	Controles del soplador de carbonato	Mantiene el lado de quemado limpio	Alarma de falla del sistema de control		X	SI	Evita el daño debido al limpiado manual con picas o lanzas. Ahorra mano de obra.
2.	Control automático de la secuencia de soplado del soplado del carbonato	Soplado continuo en un patrón establecido	Control automático-manual Indicadores Hacia adelante-Hacia atrás Alarma e interlock de presión baja de vapor Disparo del vapor y retracción en ESP Disparo del vapor y retracción en MFT	X X X X X	X X X X X	SI NO SI NO(*)	Permite que el operador este libre para otras tareas. El disparo del vapor del soplador de carbonato asegura de que no haya posibilidad de que entre agua al hogar, bajo o durante condiciones adversas. *Esta pero
3.	Flujo de vapor del soplador de carbonato	Mide el flujo de vapor en el soplador de carbonato	Indicador Registro Integrador Alarma de Flujo Alto	X X X X	X X X X	NO NO NO NO	Datos de operación. El flujo de vapor del soplador de carbonato puede tener que ser incorporado como una parte del control de nivel del domo. Las alarmas de flujo alto indican fallas de lance del soplador de carbonato.

Anexo K.6. Sistema de enfriamiento de la canaleta de fundidos.

	Instrumento o Sistema de Control	Función Principal	Modos o Técnicas de Operación	I	II	Se tiene en operacion	Comentarios
1.	Presión de suministro del agua de enfriamiento	Indica el agua de enfriamiento disponible	Indicador Registro Alarma Baja Presión	 X X	 X X	SI NO SI	La pérdida de agua de enfriamiento puede dar como resultado en fallas en la canaleta.
2.	Temperatura del agua de enfriamiento en la salida de la canaleta	Advierte sobre problemas con la temperatura del agua de enfriamiento	Indicador (local) Registro Alarma temperatura Alta	X X X	 X X	SI NO SI	
3.	Flujo de agua de enfriamiento	Indica el flujo adecuado de agua de enfriamiento	Indicador (local) Registro Alarma de flujo mínimo	X X	 X X	 NO NO NO	Equipe cada canaleta de fundidos con indicadores visuales individuales o indicadores de flujo
4.	Control de nivel de tanque de abastecimiento de agua de enfriamiento (si se usa tanque)	Mantiene el nivel adecuado de agua	Control Automático-manual Alarma de nivel bajo Indicador	X X X	 X X	NO NO SI	Nota: El control es solo manual, hay alarma por
5.	Pérdida de cualquier bomba de agua de enfriamiento de la canaleta de fundido	Advierte sobre la pérdida de operación de las bomba del agua de enfriamiento de la canaleta de fundidos	Alarma	X	 X	NO	Nota: Hay alarma por Baja presión.
6.	Encendido de emergencia de la reposición del agua de enfriamiento de la canaleta	Respaldo par el sistema de enfriamiento primario	Control Automático-Manual Alarma	X X	 X	NO NO	
7.	Alta conductividad del agua de enfriamiento	Monitorea la conductividad del agua de enfriamiento	Alarma		X	SI	Nota: Este monitoreo se hace en la demine

Anexo K.7: Sistemas de licor negro y licor verde.

	Instrumento o Sistema de Control	Función Principal	Modos o Técnicas de Operación	I	II	Se tiene en operación	Comentarios
1.	Nivel del tanque de almacenamiento del licor negro concentrado (incluye tanques de oxidación y de incremento (surge) en la concentración donde se use)	Medición continua del nivel del tanque	Registro Indicador X Alarma de bajo nivel Alarma de alto nivel	X	X	SI SI NO NO	Indicador esencial del suministro de combustible. Nota: tiene indicador local y en el panel de control.
2.	Temperatura del tanque de almacenamiento del licor negro concentrado	Medición continua de la temperatura del licor.	Indicador	X	X	SI	Controla la capacidad de bombeo del licor concentrado. Nota: el indicador es local.
3.	Control de nivel del p tanque de carbonato (si se usa fondo seco)	Mantiene el nivel adecuado de licor	Control Automático-Manual Registro Indicador X Alarma de bajo nivel Alarma de alto nivel	X	X	SI NO SI SI NO	Esencial en las operaciones de mantenimiento del suministro del combustible. En algunos casos donde se usa rebose, no son necesarios los instrumentos.
4.	Falla en el sistema de remoción de polvo del precipitador	monitorea la operación del sistema de remoción de polvo del precipitador	Alarma	X	X	NO	Nota: No existe una alarma como tal sino que se disparan la válvula rotatoria, el motor del tornillo transportador-carbonato y el raspador.
5.	Control de nivel del evaporador de cascada (si se usa cascada)	Mantiene el nivel del licor negro	Control automático-manual Registro Indicador X Alarma de nivel bajo X Alarma de nivel alto	X	X	SI NO SI SI SI	Esencial para la operación de mantenimiento del suministro del combustible. En algunos casos donde se usa rebose, no son necesarios los instrumentos.
6.	Nivel de tanque de la mezcla de carbonatos (si se usa)	Mantiene el nivel del tanque de mezcla de carbonatos	Control automático-manual Indicador Registro X Alarma de nivel bajo X	X	X	SI SI NO SI	Indica screen tapado o pérdida del suministro de licor. Nota: hay indicador local y en el panel, también hay alarma por alto nivel.
7.	Control de temperatura del calentador de licor negro secundario	Mantiene el licor negro en un nivel óptimo de temperatura para la combustión	Control automático-manual Registro Indicador X Alarma de baja temperatura X Alarma de alta temperatura Disparo del suministro de vapor en ESP X	X	X	SI NO SI NO NO SI	Esencial para la operación. La temperatura de las boquillas de alimentación de licor debe mantenerse en un rango cerrado de operación. Ayuda a estabilizar las condiciones de operación y a mantener bajos los niveles de azufre reducido y de dióxido de azufre

	Instrumento o Sistema de Control	Función Principal	Modos o Técnicas de Operación	I	II	Se tiene en operación	Comentarios
8.	Se paró el drive tensor (strainer drive) del licor negro	Monitorea la operación del drive tensor (strainer drive) del licor negro.	Alarma		X	NO	Nota: Alarma por parada de impulsadores hidráulicos del evaporador cascada.
9.	Se paró el drive del agitador del tanque de mezcla del licor negro	Monitorea la operación del drive del agitador del licor negro	Alarma	X		NO	Nota: No es necesario su funcionamiento
10.	Licor negro al hogar	Control el flujo de licor negro al hogar Flujo del cabezal de licor 25% o mayor Flujo del cabezal de licor menor que 30% (solo quemado de licor)	Control automático-manual Registro Indicador Integrador Permisividad de purga del cabezal de licor Disparo maestro del combustible	X X X X	 X X	SI NO SI SI NO NO	Nota: El integrador no da una medida correcta ya que el licor parte se quema y parte se recircula.
11.	Se paró la bomba de suministro de licor negro	Monitorea la operación de las bombas de suministro de licor negro	Alarma	X		SI	
12.	Se paró la bomba de la boquilla de licor negro	Monitorea la operación de la bomba de la boquilla de licor negro	Alarma Interlock de desvío	X X		SI NO	
13.	Presión baja de la bomba de la boquilla de licor negro	Monitorea la presión baja de la bomba de la boquilla de licor negro	Alarma Permisividad de purga del cabezal de licor	X X		NO NO	
14.	Temperatura baja de la boquilla de licor negro	Monitorea la temperatura baja de la boquilla de licor negro	Alarma Permisividad de purga del cabezal de licor	X X		NO SI	Nota: Se recircula el licor hasta que entre en condiciones adecuadas de presión (25-45 PSI) y temperatura (260 -272°F)

Anexo K.8. Emisión de gases de chimenea.

	Instrumento o Sistema de Control	Función Principal	Modos o Técnicas de Operación	I	II	Se tiene en operacion	Comentarios
1.	Partículas de los gases de chimenea, concentración y opacidad.	Monitorea la emisión de sólidos o la densidad del humo	Indicador Registro Alarma		X X X	NO NO NO	Control de la calidad del aire y la eficiencia
2.	Analizador de gases de para gases chimenea controlados (restringidos)	Monitorea emisión de gases incluyendo azufre reducido, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, etc.	Indicador Registro Alarma		X X X	NO NO NO	Control de la calidad del aire y la eficiencia
3.	Falla en la potencia del precipitador	Monitorea la operación de la potencia del precipitador	Alarma		X	NO	Nota: No tiene alarma pero tiene indicador de corriente en el presicipitador.
4.	Falla del compartimiento de aislamiento del ventilador del precipitador	Monitorea fallas en el compartimiento de aislamiento del ventilador del precipitador.	Alarma		X	NO	Nota: Tiene alarma por falla del tiro inducido.

Anexo K.9. Combustible auxiliar y sistema de quemado.

	Instrumento o Sistema de Control	Función Principal	Modos o Técnicas de Operación	I	II	Se tiene en operacion	Comentarios
1.	Progreso de la Purga		Indicador X Interlock X	X		SI SI	Nota:El interlock dura tresminutos, el indicador es un piloto.
2.	Purga completada		Indicador X Interlock X	X		SI SI	Nota: Cuando la purga a finalizado el piloto se apaga y el interlock se desactiva.
3.	Quemadores individuales disparados		Alarma X Interlock X	X		SI SI	Nota: alarma luminica y sonora.
4.	Válvulas de Quemadores individuales Cerradas		Indicador X Interlock X	X		SI SI	Aplica para las válvulas de apagado de seguridad automático de los quemadores. Nota: el indicador es local, hay dos valvulas, acpm y crudo.
5.	Pérdida de acreditación de la purga (Disparo maestro del combustible)		Alarma X Interlock X	X		NO NO	
6.	Válvulas de seguridad del cabezal principal y del piloto principal están cerradas.		Indicador X Interlock X	X		NO NO	
7.	Válvula de Disparo de Combustible Auxiliar Cierra si hay falla (Válvula de seguridad de: Cabezal principal, cabezal de la llama piloto, cabezal del quemador, quemador y recirculación)		Alarma X Interlock X	X		SI SI	Nota: se disparan los quemadores por falla de la valvulas.
8.	Falla la llama de las llamas piloto o quemadores individuales		Alarma X Interlock X	X		SI NO	
9.	Presión de gases de combustión		Alarma de alta presión X Alarma de baja presión X Interlock de alta presión X Interlock de baja presión X	X		SI SI NO SE SABE NO SE SABE	
10.	Presión del Fuel-Oil		Alarma de alta presión X Alarma de baja presión X Interlock de alta presión X Interlock de baja presión X	X		NO SI SI SI	

	Instrumento o Sistema de Control	Función Principal	Modos o Técnicas de Operación	I	II	Se tiene en operación	Comentarios
11.	Temperatura del Fuel-Oil		Alarma de temperatura baja Interlock de temperatura baja Alarma de temperatura alta	X X X		SI NO SE SABE NO SE SABE	
12.	Baja Presión del medio de atomización del quemador de		Alarma Interlock	X X		SI SI	
13.	Baja presión del medio de atomización de la llama piloto		Alarma Interlock	X X		SI SI	
14.	Sistema de quemado energizado		Indicador Interlock	X X		NO SE SABE NO SE SABE	
15.	Bajo Flujo de aire de quemado		Alarma Interlock	X X		SI SI	
16.	Flujo de gases no condensables aislados del hogar		Indicador Interlock	X X			
17.	ESP activado		Alarma Interlock	X X			
18.	Actuación manual del disparo maestro del combustible		Alarma Interlock	X X			
19.	Actuación manual del disparo del combustible auxiliar		Alarma Interlock	X X			
20.	Carreto de lavado con agua del soplador de carbonatos		Indicador Interlock de permisividad de arranque	X X			

Anexo L. Cotización de la empresa Mega Ingeniería S. A.

PRESUPUESTO CABLEADO TRANSMISORES CALDERA DE RECUPERACION PARA OPTIMIZACION DE SEÑALES									
CANTIDADES DE OBRA Y PRECIOS									
ITEM	DESCRIPCION	*UNIDAD	CANT.	COSTO DIRECTO UNITARIO				COSTO DIRECTO PARCIAL	
				MATERIAL		MANO DE OBRA		POR ITEM	SUBTOTALES
				UNITARIO	PARCIAL	UNITARIO	PARCIAL		
1.0	SUMINISTRO É INSTALACIÓN:								
1.1	Tubería conduit galvanizada de 3/4" marca COLMENA	ML	110	10.342	1.137.582	8.826	970.860	2.108.442	
1.2	Tubería conduit galvanizada de 1" marca COLMENA	ML	25	14.606	365.154	12.748	318.700	683.854	
1.3	Tubería conduit galvanizada de 1 1/4"marca COLMENA	ML	95	19.077	1.812.283	14.710	1.397.450	3.209.733	
1.4	Abrazaderas ajustables de 3/4"	UND	67	702	47.034	-	-	47.034	
1.5	Abrazaderas ajustables de 1"	UND	10	1.078	10.780	-	-	10.780	
1.6	Abrazaderas ajustables de 1 1/4"	UND	120	1.188	142.560	-	-	142.560	
1.7	Canal estructurado	UND	10	34.560	345.600	29.421	294.210	639.810	
1.8	Coraza LT americana de 1/2"	ML	2	2.448	4.896	4.904	9.808	14.704	
1.9	Conector recto LT de 1/2"	UND	18	1.852	33.336	4.904	88.272	121.608	
1.10	Conector curvos LT de 1/2"	UND	6	2.268	13.608	4.904	29.424	43.032	
1.11	Reducción de 3/4" a 1/2"	UND	4	1.512	6.048	8.826	35.304	41.352	
1.12	Cable 3x18 + 1 marca TELDOR	ML	515	2.700	1.390.500	981	505.215	1.895.715	
1.13	Conduleta LB de 3/4"	UND	11	4.108	45.192	8.826	97.086	142.278	
1.14	Conduleta LB de 1/2"	UND	22	4.104	90.288	8.826	194.172	284.460	
1.15	Conduleta TEE de 3/4"	UND	3	7.020	21.060	11.768	35.304	56.364	
1.16	Cable de 24 pares calibre 16 (Suministra PROPAL)	ML	50	-	-	1.961	98.050	98.050	
1.17	Reducción de 1 1/4" a 3/4"	UND	2	10.260	20.520	10.787	21.574	42.094	
1.18	Conduleta LB de 1"	UND	3	8.100	24.300	10.787	32.361	56.661	
1.19	Conduleta TEE de 1"	UND	3	10.584	31.752	12.748	38.244	69.996	
1.20	Reducción de 1 1/4" a 1/2"	UND	6	8.100	48.600	13.729	82.374	130.974	
1.21	Reducción de 1" a 1/2"	UND	6	7.020	42.120	11.768	70.608	112.728	
1.22	Prensa estopa de 1/2"	UND	10	1.728	17.280	391	3.910	21.190	
1.23	Montaje de tablero de 60 x 40 x 30 marca LEGRAND (suministrada por PROPAL)	UND	1	-	-	117.680	117.680	117.680	
1.24	Borneras PHOENIX CONTACT UK5 (suministra PROPAL)	UND	1.000	-	-	2.942	2.942.000	2.942.000	
1.25	Terminales de aguja calibre 16	UND	2.000	86	172.000	-	-	172.000	
1.26	Conexiones , pruebas y puesta en marcha	GBL	1	-	-	425.185	425.185	425.185	
1.27	Misceláneos y consumibles	GBL	1	91.800	91.800	-	-	91.800	
	SUBTOTAL CAPITULO 1.0								13.722.083
	TOTAL COSTO DIRECTO								13.722.083
	ADMINISTRACION E IMPREVISTOS	14,0%							1.921.092
	SUBTOTAL 1								15.643.175
	UTILIDAD	4,0%							548.883
	SUBTOTAL 2 (ANTES DE I.V.A)								16.192.058
	I.V.A (SUBTOTAL 2)	16,0%							2.590.729
	VALOR TOTAL DE LA OFERTA								18.782.787

Anexo M. Cotización 2 de la empresa Mega Ingeniería S.A

PRESUPUESTO CABLEADO TRANSMISORES CALDERA DE RECUPERACION PARA OPTIMIZACION DE SEÑALES									
CANTIDADES DE OBRA Y PRECIOS									
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	COSTO DIRECTO UNITARIO				COSTO DIRECTO PARCIAL	
				MATERIAL		MANO DE OBRA		TOTAL	STOCK
				UNITARIO	PARCIAL	UNITARIO	PARCIAL		
1.0	SUMINISTRO É INSTALACIÓN:								
1.1	Tubería conduit galvanizada de 3/4" marca COLMENA (Suministra PROPAL)	ML	110	-	-	8.826	970.860	970.860	39442
1.2	Tubería conduit galvanizada de 1" marca COLMENA (Suministra PROPAL)	ML	25	-	-	12.748	318.700	318.700	39443
1.3	Tubería conduit galvanizada de 1 1/4" marca COLMENA (Suministra PROPAL)	ML	95	-	-	14.710	1.397.450	1.397.450	39444
1.4	Abrazaderas ajustables de 3/4"	UND	67	702	47.034	-	-	47.034	
1.5	Abrazaderas ajustables de 1"	UND	10	1.078	10.780	-	-	10.780	
1.6	Abrazaderas ajustables de 1 1/4"	UND	120	1.188	142.560	-	-	142.560	
1.7	Canal estructurado (Suministra PROPAL)	UND	10	-	-	29.421	294.210	294.210	54213
1.8	Coraza LT americana de 1/2"	ML	2	2.448	4.896	4.904	9.808	14.704	
1.9	Conector recto LT de 1/2"	UND	18	1.852	33.336	4.904	88.272	121.608	
1.10	Conector curvos LT de 1/2"	UND	6	2.268	13.608	4.904	29.424	43.032	
1.11	Reducción de 3/4" a 1/2"	UND	4	1.512	6.048	8.826	35.304	41.352	
1.12	Cable 3x18 + 1 marca TELDOR (Suministra PROPAL)	ML	515	-	-	981	505.215	505.215	57413
1.13	Conduleta LB de 3/4"	UND	11	4.108	45.192	8.826	97.086	142.278	
1.14	Conduleta LB de 1/2"	UND	22	4.104	90.288	8.826	194.172	284.460	
1.15	Conduleta TEE de 3/4"	UND	3	7.020	21.060	11.768	35.304	56.364	
1.16	Cable de 24 pares calibre 16 (Suministra PROPAL)	ML	50	-	-	1.961	98.050	98.050	44367
1.17	Reducción de 1 1/4" a 3/4"	UND	2	10.260	20.520	10.787	21.574	42.094	
1.18	Conduleta LB de 1"	UND	3	8.100	24.300	10.787	32.361	56.661	
1.19	Conduleta TEE de 1"	UND	3	10.584	31.752	12.748	38.244	69.996	
1.20	Reducción de 1 1/4" a 1/2"	UND	6	8.100	48.600	13.729	82.374	130.974	
1.21	Reducción de 1" a 1/2"	UND	6	7.020	42.120	11.768	70.608	112.728	
1.22	Prensa estopa de 1/2"	UND	10	1.728	17.280	391	3.910	21.190	
1.23	Montaje de tablero de 60 x 40 x 30 marca LEGRAND (Suministra PROPAL)	UND	2	-	-	117.680	235.360	235.360	48052
1.24	Borneras PHOENIX CONTACT UK5 (suministra PROPAL)	UND	100	-	-	-	-	-	44492
1.25	Terminales de aguja calibre 16	UND	200	86	17.200	-	-	17.200	
1.26	Conexiones , pruebas y puesta en marcha	GBL	1	-	-	425.185	425.185	425.185	
1.27	Misceláneos y consumibles	GBL	1	91.800	91.800	-	-	91.800	
	SUBTOTAL CAPITULO 1.0							5.691.845	
	TOTAL COSTO DIRECTO								5.691.845
	ADMINISTRACION E IMPREVISTOS	14,0%							796.858
	SUBTOTAL 1								6.488.703
	UTILIDAD	4,0%							259.548
	SUBTOTAL 2 (ANTES DE I.V.A)								6.748.251
	I.V.A (SUBTOTAL 2)	16,0%							1.079.720
	VALOR TOTAL DE LA OFERTA								7.827.971

Anexo N. Inventario de transmisores, inventario de convertidores de señal.

Lazo de control	Transmisor	Marca	Rango	Salida	Costo (Dolares)
Nivel evaporador cascada	presion diferencial	Rosemon, Siemens	0 - 150 "H2O	4 - 20 mA (Protocolo Hart)	1.281,00
Nivel del Tanque de Mezcla	presion diferencial	Rosemon, Siemens	0 - 150 "H2O	4 - 20 mA (Protocolo Hart)	1.281,00
Nivel del Tanque Agua a Canaletas	presion diferencial	Rosemon, Siemens	0 - 150 "H2O	4 - 20 mA (Protocolo Hart)	1.281,00
Nivel del Tanque de Disolvencia	presion diferencial	Rosemon, Siemens	0 - 240 "H2O	4 - 20 mA (Protocolo Hart)	
Temperatura de Agua a Canaletas	de temperatura	Rosemon, Siemens	0 - 100°c	4 - 20 mA (Protocolo Hart)	806,00
Presión Diferencial Vapor – Crudo.	Inteligente de presion diferencial	Rosemon, Siemens	(-72.5 - +72.5) Psi	4 - 20 mA (Protocolo Hart)	3.683,00
Presión Crudo a Quemadores de Arranque	Inteligente de presion manometrica	Rosemon, Siemens	0 - 150 Psi	4 - 20 mA (Protocolo Hart)	3.103,90
flujo de gases de salida	presion diferencial	Rosemon, Siemens	0 - 24 "H2O	4 - 20 mA (Protocolo Hart)	
TOTAL					11.435,90

Lazo de control	Convertidor de señal	Marca	Entrada	Salida	Costo (Dolares)
Nivel evaporador cascada	I/P	BELLOFRAM	4 - 20 mA	3 - 15 PSI	367,57
Nivel del Tanque de Mezcla	I/P	BELLOFRAM	4 - 20 mA	3 - 15 PSI	367,57
Nivel del Tanque Agua a Canaletas	I/P	BELLOFRAM	4 - 20 mA	3 - 15 PSI	367,57
Nivel del Tanque de Disolvencia	I/P	BELLOFRAM	4 - 20 mA	3 - 15 PSI	367,57
Temperatura de Agua a Canaletas	I/P	BELLOFRAM	4 - 20 mA	3 - 15 PSI	367,57
Presión Diferencial Vapor – Crudo.	I/P	BELLOFRAM	4 - 20 mA	3 - 15 PSI	367,57
Presión Crudo a Quemadores de Arranque	I/P	BELLOFRAM	4 - 20 mA	3 - 15 PSI	367,57
Nivel tanque de desechos	P/I		3 - 15 PSI	4 - 20 mA	
TOTAL					2.572,99

Cotización # 1208-0925

Santiago de Cali, 15 de Diciembre de 2008

PROPAL

Atte: Sr. Jorge Satizabal

Email: jorge_e23@hotmail.com



Ingeniería de Medición y Control

COTIZACION

Lookout

File Edit Options Alarms Window Run Help

Restaurar

Según su solicitud me permito informarle

TERMOCUPLA TIPO J

Sensor de temperatura de longitud de bulbo 50cm diámetro 1/4" y conexión por rosca de 1/2", con cabezote pequeño.

U\$ 135 c/u

Mas el 16 % del IVA.

TRANSMISOR DE TEMPERATURA 4 a 20 mA - HART (para anterior termocupla). Para instalación en cabezote.



METROINSTRUMENTS

U\$ 733 c/u

02/16/12

(nobody)

2-2 alarms

Inicio | [Icons] | Lookout | [Icons] | CS Room

TRANSMISORES DE DIFERENCIAL DE PRESION PARA AIRE

Indicador y transmisor con salida 4 a 20 mA para medición de presión en aire o gas, cuenta con un display de 3 ½ dígitos. Para presiones positivas y vacío, precisión de 0.5% con rangos desde 0 a 3 pulgadas de agua hasta 0 a 100 Psi.



TRANSMISORES DE PRESION MANOMETRICA

Unidad integrada para medición de presión con tecnología de estado sólido y en un simple paquete de operación, la serie PDA es un transmisor e indicador de presión de 4 a 20 mA con zero y spam modificables. Tiene un ciclo alto de vida y virtualmente no tiene deriva.



CONDICIONES COMERCIALES:

FORMA DE PAGO: 90 días.

MONEDA: Dólares americanos.

TIEMPO DE ENTREGA: 5 a 6 semanas una vez recibida su orden de compra.

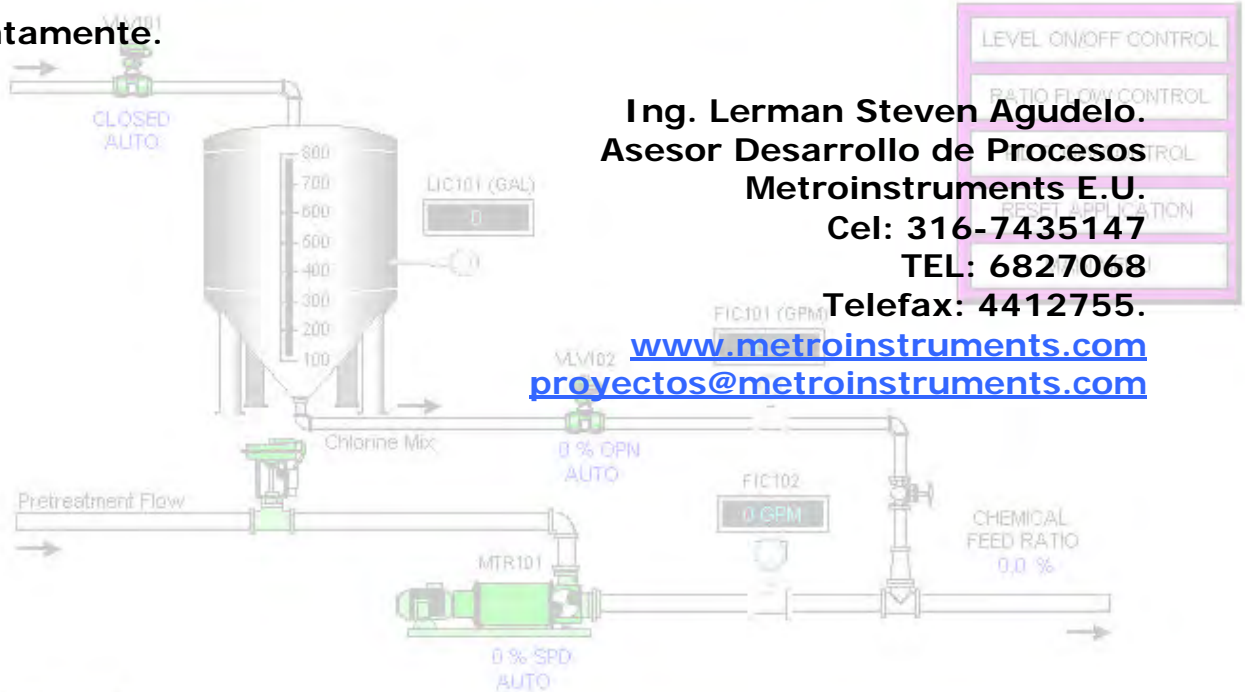
VALIDEZ OFERTA: 30 DIAS.

Todos nuestros servicios están enfocados hacia la satisfacción total de nuestros clientes, agradecemos la oportunidad que ustedes nos brinden para otorgarles un servicio oportuno y eficaz.

Cualquier duda o inquietud por favor comunicárnosla estamos para su servicio.

LOOKOUT Continuous Control Example

Atentamente,



METROINSTRUMENTS



Santiago de Cali, Enero 13 del 2009

COT-1013

Señores:

PROPAL S.A

Atn: Ing Andres Felipe Cardozo



REF: COTIZACIÓN

Reciba un cordial saludo de Sincron S.A. atendiendo a su amable solicitud , nos permitimos hacer entrega de la siguiente cotización , la cual esperamos cumpla con sus expectativas. Si se presenta alguna duda por favor comuníquese con nosotros que estaremos atentos a solucionar todas sus inquietudes.

ITEM	EQUIPO	CAN	VALOR UNITARIO	VALOR IVA UNITARIO	SUB TOTAL (VALOR UNITARIO + IVA)	TOTAL (SUBTOTAL X CANTIDAD)
1	Transmisor de presión diferencial marca SMAR Modelo LD301D-21I-BU11-011/I1 , con accesorio de montaje , Proteccion nema 4X, salida 4 a 20 mA y Hart, rango hasta 0 a 200" H2O,	1	U\$ 1.600	U\$ 256	U\$ 1.856	U\$ 1.856
2	Transmisor de Presion Diferencial marca SMAR Modelo LD301D-31I-BU11-011/I1 , con accesorio de montaje , Proteccion nema	1	U\$ 1.600	U\$ 256	U\$ 1.856	U\$ 1.856



Cali: Avenida 1 Oeste 6 -28 Santa Rita
(572) 899 0800 - Fax:(572) 892 6319 - A.A. 5421

Bogotá : Calle 38 No. 8-56 Of.305 Edif. Brigadier
(571) 245 9322 - Fax: 232 6621 - A.A 43937
sincron@sincron.com.co

Miami : 4767 NW 72 Ave, Miami FL 33166
(786) 206 5488

www.sincron.com.co
NIT:890.315.310-0

	4X, salida 4 a 20 mA y Hart, rango hasta 0 a 1000" H2O ,					
3	Transmisor de presión Manometrica marca SMAR Modelo LD301M-21I-BU11-011/I1 , , con accesorio de montaje , Proteccion nema 4X, salida 4 a 20 mA y Hart, rango hasta 0 a 200" H2O	1	U\$ 1.450	U\$ 232	U\$ 1.682	U\$ 1.682
4	Transmisor de presión Manometrica marca SMAR Modelo LD301M-31I-BU11-011/I1 , , con accesorio de montaje , Proteccion nema 4X, salida 4 a 20 mA y Hart, rango hasta 0 a 1000" H2O	1	U\$ 1.450	U\$ 232	U\$ 1.682	U\$ 1.682
5	Transmisor de presión Manometrica marca SMAR Modelo LD301M-41I-BU11-011/I1 , , con accesorio de montaje , Proteccion nema 4X, salida 4 a 20 mA y Hart, rango hasta 0 a 360 Psi	1	U\$ 1.550	U\$ 248	U\$ 1.798	U\$ 1.798
6	Transmisor de presión Manometrica marca SMAR Modelo LD301M-51I-BU11-011/I1 , , con accesorio de montaje , Proteccion nema 4X, salida 4 a 20 mA y Hart, rango hasta 0 a 3600 Psi	1	U\$ 1.550	U\$ 248	U\$ 1.798	U\$ 1.798
7	Transmisor de temperatura modelo TT301-11-10-T4 marca SMAR	1	U\$ 750	U\$ 120	U\$ 870	U\$ 870



Cali: Avenida 1 Oeste 6 -28 Santa Rita
(572) 899 0800 - Fax:(572) 892 6319 - A.A. 5421

Bogotá : Calle 38 No. 8-56 Of.305 Edif. Brigadier
(571) 245 9322 - Fax: 232 6621 - A.A 43937
sincron@sincron.com.co

Miami : 4767 NW 72 Ave, Miami FL 33166
(786) 206 5488

www.sincron.com.co
NIT:890.315.310-0

8	Convertidor I/ P marca Bellofram Type 1000 modelo 961-070-004	1	U\$ 450	U\$ 54	U\$ 504	U\$ 504
	VALOR TOTAL INCLUIDO IVA					U\$ 8.334

Observaciones:

Entregas 30 dias

Las entregas son a partir del recibo de la orden de compra .

6. CONDICIONES COMERCIALES

Moneda: Dolares al cambio del dia de la orden de compra
 Forma de Pago: 45 dias
 IVA: Adicionar el 16% del IVA
 Tiempo de Entrega: Ver observaciones
 Validez : 10 dias

No hacer Retencion del IVA.

Consignar a nombre de SINCRON S.A ,cuenta corriente del banco de Bogota No. 56802014-3

EDUARDO CABAL M.

Tel: 092 899 0 800 Ext: 121.

Cel: 320 677 8820 .Cali.



Cali: Avenida 1 Oeste 6 -28 Santa Rita
 (572) 899 0800 - Fax:(572) 892 6319 - A.A. 5421

Bogotá : Calle 38 No. 8-56 Of.305 Edif. Brigadier
 (571) 245 9322 - Fax: 232 6621 - A.A 43937
 sincron@sincron.com.co

Miami : 4767 NW 72 Ave, Miami FL 33166
 (786) 206 5488

www.sincron.com.co
 NIT:890.315.310-0